4

Lietuvos Universiteto Matematikos Gamtos Fakulteto Darbai 1924–1926

Mémoires de la Faculté des Sciences de l'Université de Lithuanie 1924–1926

III t.

PATIKRINTA
1952

Kaunas xx Valstybės Spaustuvė xx 1926.

926 4

LIETUVOS UNIVERSITETO MATEMATIKOS GAMTOS FAKULTETO DARBAI 1924-1926

MÉMOIRES DE LA FACULTÉ DES SCIENCES DE L'UNIVERSITÉ DE LITHUANIE 1924-1926

Lietuvos Tėvų Bibliotekos Centrinė Valstybinė
109133

Turinys:

		Pusl.
1) *Prof. T. Ivanauskas, Kaunas.*	Apie ūsuotąją zylę Panurus biarmicus	3
	Ueber das Vorkommen der Bartmeise Panurus Biarmicus in Litauen	4
2) *Doc. M. Tamošauskas, Kaunas.*	Geologinės ekspedicijos 1924 m. darbų prirengiamoji apyskaita	5
	Vorläufiger Bericht über die Arbeiten der Expedition des Jahres 1924	19
3) *Doc. M. Kvašninas-Samarinas, Kaunas.*	Gipso, kalkių ir podzolo dirvos	23
	Gips-, Kalk- und Podsolböden im Kyffhäuser	77
4) *Prof. K. Regelis, Kaunas.*	Kolos pusiausalio augmeninė danga II dalis	135
	Die Pflanzendecke der Halbinsel Kola II Teil	163
5) *Prof. St. Mohorovičić, Zagreb, Jugoslavien.*	Ueber die Möglichkeit der Erweiterung der speciellen und der allgemeinen Relativitätstheorie	359
	Apie galimumą išplėsti specialinę ir bendrąją reliativumo teoriją.	
6) *Garbės prof. A. Dambrauskas, Kaunas.*	Kas tai yra tiesioji linija?	373
	Zum Begriff der geraden Linie.	
6) *Garbės prof. A. Dambrauskas, Kaunas.*	Apie sukrautines stačiakampes trigonometrijos sistemas	395
	Ueber zusammengesetzte rechtwinklige trigonometrische Systeme.	
8) *Doc. M. Kaveckis, Kaunas.*	A. a. doc. Marijono Tamošausko atminčiai	426

KAUNAS :-: :-: :-: :-: :-: :-: :-: :-: :-: 1926.

T. Ivanauskas.

Apie usuotąją zylę Panurus biarmicus L. Lietuvoje.

Usuotosios zylės geografinis išsiplatinimas gana keistas: ji randama Azijos ir Afrikos vakaruose ir Europoje; tačiau ji, nežinia kurių priežasčių dėliai, vengdama kai kurių kraštų, yra gana lokalizuota, pavyzdžiui labai apsčiai randama Olandijoje. Anot Hartert'o[1]), seniau ji gyvenusi Anglijos daugely vietų, o šiendien teran dama tiktai Norfolke. To paties autoriaus daviniais, seniau ji buvo randama Rytų Francijoje, Holšteine ir Meklemburge. K. Tyzenhaus'as[2]) nemini jos Lietuvos paukščių sąraše, tačiau jo daviniais, ji gyvenusi Pinsko balose apie Pripetį, Jasioldą ir Piną. Anot W. Taczanowski'o[3]) ji nesanti pastebėta Lenkijoje. F. Tischleris[4]) neturi konkrečių davinių apie šio paukščio buvimą Rytų Prūsuose.

Mano ekskursijos metu į Žuvintos ežerą 18/V 1925 m., ieškodamas aukštomis nendrėmis apaugusiame plote nušautos nendrinukės staiga pamačiau usuotąją zylę. Ji kelis kartus išnyko iš mano akių, bet vėl pastoviai grįžo į tą pačią vietą ir apskritai laikėsi taip, kaip paprastai laikosi paukščiai prie savo lizdų. Kartais ji prisiartindavo taip, kad paleistas šūvis būtų ją visai sudraskęs. Kuomet pagalios pasisekė ji nušauti, ištyriaujos lyties organus ir skilvį. Seklydės (testis) buvo stipriai sutinusios, o anus sudarė tvirtą į apačią ir į priešakį atkreiptą iškišulį. Iš viso jos laikymosi, o taip pat iš viršminėtų anatominių pažymių spėju, kad mano nušautasis egzempliorius prigulėjo čia perinčiai porai. Skilvy rasta likučiai dvisparnių, ką tik iš lėliukių išriedėjusių (Chironomus) ir vienas mažas Plauorbis. Nušautasis egzempliorius priguli Lietuvos Universiteto Zoologijos Muzėjui ir yra užregistruotas N—823.

Literatūra: [1]) E. Hartert. Die Vögel der palaarktischen Fauna. Berlin 1921—22
[2]) K. Tyzenhauz. Ornitologia powszechna. Wilno 1843
[3]) W. Taczanowski: Ptaki krajowe. Kraków 1882
[4]) F. Tischler. Die Vögel der Provinz Ostpreussen. Berlin 1914.

T. Ivanovsky-Ivanauskas.

Über das Vorkommen der Bartmeise Panurus biarmicus L. in Litauen.

Es gibt für Litauen gar keine und für die angrenzenden Länder nur sehr spärliche Angaben über das Vorkommen der Bartmeise. W. Taczanowski ([1],[2]) berichtet, dass laut K. Tyzenhaus diese Art in den Pinsksümpfen, und zwar am Priepet, Jasiolda und Pina vorkommen soll; genauere Angaben aber gibt dieser Forscher nicht. Nie hat auch W. Taczanowski die Bartmeise in Polen beobachtet. In Ermangelung eines Belegexemplares hielt F. Tischler ([3]) den Nachweis des Vorkommens der Bartmeise für Ostpreussen auch noch nicht für erbracht.

Den 18. V. 1925 gelang es mir, eine Bartmeise am Žuvinta-See (Schuvinta) zu erlegen. Während ich einen Rohrsäuger nachstellte, sah ich plötzlich in Enfernung einiger Sshritte eine Bartmeise, die wieder verschwand, dann wieder erschien und noch ein paarmal an dieselbe Stelle zurückkehrte. Endlich erlegte ich den Vogel und stellte fest, dass es ein altes Männchen sei. Die nähere Untersuchung zeigte an Stelle des Anus einen nach unten und vorn gerichteten, ungefähr 1 cm. langen, stummelförmigen Vorsprung, an dessen Spitze der Anus selbst sich befand. Es handelte sich wahrscheinlich um ein zur Brutzeit sich entwickelndes Kopulationsglied. Die Hoden waren auch geschwollen. Auf Grunde des ganzen Gebaren und der obigen anatomischen Merkmale halte ich es für sehr wahrscheinlich, dass das erlegte Stück einem brütenden Paare angchörte. Das Belegexemplar befindet sich in der zoologischen Sammlung der Litauischen Universität (Kaunas) und ist mit №. 823 bezeichnet.

Literatur; 1) K. Tyzenhaus u. W. Taczanowski. Ornitologija ptaków polskich. Warszawa 1862.
2) W. Taczanowski. Ptaki krajowe. Kraków 1882.
3) F. Tischler. Die Vögel der Provinz Ostpreussen. Berlin 1914.

Inž. *M. Tamošauskas.*

Geologinės ekspedicijos 1924 m. darbų prirengiamoji apyskaita.

Vorläufiger Bericht über die Arbeiten der Expedition des Jahres 1924 von Ingenieur, Dozent M. Tamošauskas.

Matematikos-gamtos fakulteto Dekanui profesoriui Z. Žemaičiui energingai dalyvaujant geologinės ekskursijos ruošime Lietuvai tyrinėti ir jo rūpesnių dėka, šįmet vasaros pradžioj Ministerių Kabineto buvo paskirta 16.480 lt. kai kuriems geologiniams darbams šią vasarą nudirbti, ir tuo būdu padaryti pradžia sumanytam darbui: numatytame laipsnyj vykinti geologiškas visos Lietuvos tyrimas.

Tokio tyrimo būtinumo mintis atsirado dėl to, kad ligi šiolei Lietuvoj jokių sistematingų geologinių darbų nebuvo dirbama. Rusų valdžia tesirūpino tirti tik grynai rusų kraštus ir Sibirą, o į anų laikų imperijos vakarų kraštus ji labai maža dėmesio tekreipė. Šiokių tokių žinių apie Lietuvos geologišką sudėtį duoda savo palaidose pastabose keli geologai, kuriems atsitiktinai buvo tekę aplankyti mūsų kraštas. Jau tos atskiros atsitiktinos pastabos kartais nurodo, kad mūsų krašte esama iš dalies tokių naudingų iškasenų, kurių gaunant galėtų ekonomiškai atgyti mūsų kraštas, ir iš dalies tokio amžiaus uolienų, kur galima tikėtis rasti labai mums naudingų iškasenų. Prie pirmųjų galima priskirti tai, ką nurodo pav., Sobolev'as: špato geležyną — gerą, lengvai tirpstančią geležies rūdą, fosforitus — medžiagą superfosfatams gaminti, rašomąją kreidą, mergelį, tinkantį cementui gaminti, ir lipdomąjį molį. Prie antrųjų tenka priskirti Sobolev'o, barono Tol'io, Chmelevsk'io ir kitų nurodymai, kad mūsų krašte esama Juros nuogulų, kuriose dažnai pasitaiko akmeninės anglies klodų, ir Permos laikotarpio nuogulų, kurios paprastai daug turi akmeninės druskos ir dažnai vario rūdos.

Kadangi ekspedicijai buvo paskirta sulyginti nedaug lėšų, tai jos tikslas šįmet tebuvo apvažiuoti ta krašto dalis, kur yra jau žinomų, į žemės paviršių išeinančių Juros, Permos ir senesnių, Devonso laikotarpio, uolienų, su jomis susipažinti ir tarp jų susiorijentuoti, ruošiantis prie būsimų geologinių kasinėjimų bei tyrinėjimų tose apylinkėse.

Ekspedicija susidarė iš jos viršininko Lietuvos Universiteto geologijos profesoriaus L. Smit-Sibingos, jo padėjėjo kalnų

ivžinieriaus, vyresniojo geologijos katedros asistento M. Tamošausko, studento Ošmiano, geologijos katedros laboranto, ir studento Pečkaičio, dviejų prikomandiruotų inžinerijos pulko kareivių ir vežėjo, pristatyto prie ekspedicijos arklių; mat ekspedicijos buvo įsigyta du poriniai vežimai, pakinktų, balnų ir ketvertas arklių, kuriais visą laiką ir naudotasi, kad būtų lengviau kilnotis iš vietos į vietą ir dirbti darbas.

Kadangi žemės paviršiuje atsidengusių uolienų, kuriomis šių metų ekspedicija ypač domėjosi, yra Ventos, Vadaksties, Dabikinės, Mūšos, iš dalies Krajos ir Tatalos paupiais, tai buvo nutarta jos ta tvarka ir žiūrėti, visų pirma, išvykus iš Kauno, apžiūrėti Dubysos klonis ir išaiškinti, ar minėtoji upė neplaudžia ir ar apskritai neatkloja kokių pagrindinių uolienų, dar ligi šiol nepastebėtų.

Todel ekspedicija, visiems jos nariams dalyvaujant, išvyko iš Kauno, visą laiką važiuodama dešiniuoju Nemuno krantu pasroviui. Norėdama neapleisti nieko, kas bent kiek yra įsidėmėtina, ekskursija tikrino įvairius jos narių girdėtus gandus, kad toj ar kitoj vietoj esą tų ar kitų naudingų iškasenų, ir stropiai žiūrėjo pakeliui pasitaikančias uolienų atidarytas vietas bei piūvius. Taip antai, pervažiavus per Nerį, ekspedicija apžiūrėjo už Slabados, senojo forto apylinkėj, smėlio duobes (dešinėj plento pusėj), kur matyt suklodėjęs smėlys bei nuzulinti akmenėliai — charakteringos upių nuosėdos. Kalatavo dvare, 25 klm. išilgai Nemuno nuo Kauno, kur (tame dvare) pasak kalbų turėjo būti „kalkių". Čiabuviam nurodžius, buvo apžiūrėta aukšta Nemuno krante atšlaitė, ir pakasinėjus ją, buvo rasta ledynų molyje antrinio pobūdžio kalkių nuogulų, apie 50 cm. storumo, kurios galėtų turėti vietinės reikšmės.

Neprivažiavus ligi Vilkijos miestelio, pakrantės seklumoj, palei Nemuno vandens horizontą, galima matyti konglomeratai, arba senų akmeninių pastatų liekanos—granito riedulių grupės, sujungtos tvirtu cementu. Dar arčiau Vilkijos, prieš privažiuojant miestelį, aukštoj Nemuno atkrantėj galima rasti geležingų šaltinių pėdsakų, o skardžiuje, skiriančiame tą atkrantę, galima pastebėti labai geležingo smėlio sluoksnis.

Kadangi visa tai, kas aukščiau pažymėta, buvo rasta uolienose, susidarančiose iš ledynų nuogulų, ir tik ledynų nuogulos tebuvo visur ekspedicijos randamos, pradėjus nuo Kauno ligi Dubysos klonio, o pagrindinių uolienų niekur nebuvo užeita, tai ekspedicija ilgiau tuo, kas buvo pastebėta, nesidomėjo.

Dubysos klonis nuo upės žiočių įtekant Nemunan ligi Bubių dvaro (kur per Dubysą eina Kurtuvėnų — Šiaulių vieškelis ir kur iš jos išsiskiria kanalas, jungiantis ją su Venta) buvo tiriamas visų ekspedicijos narių pakaitomis, kilnojantis iš vieno Dubysos kranto į antrą.

Išilgai viso Dubysos klonio, kur tik buvo pasitaikę atsiklojusių žemės vietų, visur buvo randama tik ledynų sudarytų

uolienų — smėlio, molio, tarp kurių kartais, pav. kiek į vasaros vakarus nuo Eiriogalos miestelio, Daugirdavo dvaro apylinkėse pasitaiko kalkių nuogulų, iš dalies susikrovusių atskirais gabalais, kurie tinka kalkėms deginti, o iš dalies susidarančių iš sodrių kalkių miltų, kurie tinka namams baltinti.

Kaip Nemuno, taip ir Dubysos klonyje del tos pačios priežasties, ekspedicija ilgiau ties nieku neapsistojo.

Pastebėjus, kad ir išilgai kanalo, jungiančio Dubysos ir Ventos aukštupius, tekyšo tik ledynų laikais susidariusios uolienos, ekskursija persikėlė į Ventos klonį ir, stumdamasi iš pietų į žiemius, ėmė jau jį žiūrinėti.

Pirmasis pagrindinių uolienų pažymys — juodasis Juros periodo molis—pasitaikė matyti Ventos dešiniojo kranto seklumoj, upėj beveik ties vandens gorizontu maždaug vieno kilometro atstume pasroviui nuo Rudykos malūno, arba apie 7—8 klm. išilgai upės aukščiau Papilės miestelio, stovinčio dešiniajame Ventos krante.

Pradėjus žiūrinėti Juros nuogulas, kurių Papilės apylinkėse pasitaiko tiek abiejų Ventos krantų piūviuose, tiek ir skardžiuose, kurie bėga į upę, ekspedicija Papilėj išbuvo 12 dienų, kurių bėgyje daug kur buvo kasinėta Ventos atkrantės ir skardžiai, daryta jų piūviai, kasant griovius ir iš dalies gręžiant žemėje skyles ligi 3 mtr. gilumo, kur pasiduodavo netvirta uoliena; mat ekspedicija teturėjo grąžtų tik labai minkštoms, valkioms, nebirančioms uolienoms gręžti.

Padirbti darbai parodė, kad Papilės apylinkėse po storesniu ir plonesniu ledynų sąnašų sluogsniu guli Juros formacijos nuogulos: juodas ir mėlynas molis, įvairių atspalvių daugiau ar mažiau okruotas smėlys, smiltainiai, dažnai geležingi, ir klintys arba dolomitai. Kiekviename tų uolienų sluoksnyje rasta suakmenėjusių liekanų, dažnai jau ėmusių irti, ir suanglėjusių augalų liekanų. Atskiri nurodytųjų uolienų sluoksniai siekia 0,10—2,00 metrų storumo. Tie sluoksniai dar nėra visiškai susistematizuoti, nes tam reikėtų atlikti detališkesnių darbų. Kai kuriuose iš tų sluoksnių, kaip pav. juodajame molyje ir kai kuriuose smiltainiuose sluoksniuose, rasta geležingų surūdijusių įtarpių, gulinčių klodiškai ir siekiančių kartais 0,70—0,80 mtr. storumo. Tokių geležies rūdos sluoksnių, kurių rasta įvairiose apžiūrėtosios srities vietose, ekspedicija rado tris vidutiniško storumo: 0,10 mtr., 0,35 mtr. ir 0,70 mtr. Čia reikia įsidėmėti, kad upės kranto šlaitai tekasinėta labai negiliai, ir todel iš to dar negalima spręsti, koks iš tikrųjų yra vidutiniškas rūdos masių storumas, kadangi buvo pastebėta, kad gilinant piūvį, rūdos klodų storumas didėja. Vietos gyventojai papasakojo, kad vokiečių okupacijos metu, kasant dešiniajame Ventos krante šulinį gelžkelio stoties vandentraukiui, vokiečių buvęs užtiktas dar vienas geležies rūdos sluoksnis žemiau už upės vandens gorizontą, kurio jie kiaurai negalėję permušti. Tais girdais galima tikėti, nes apatinė Ventos kranto dalis netoli to

šulinio susideda iš smiltainio bei smėlio sluoksnių, matyt, labai geležingų

Paimtieji rūdos pavyzdžiai analizui iš paviršiaus atrodo, kad rūdą sudaro iš dalies rusvas geležynas, iš dalies sideritas ar špato geležynas. Matyti, pagrindinė rūdos masė bus sideritas, o rusvasis geležynas bus susidaręs orui sideritą perpučiant.

Siderito rūda lengvai tirpsta, neturi sieros, bet dažnai turi grynanglio, manganо ir fosforo, iš kurių: grynanglis prisideda didindamas rūdoj geliežies kiekį, kai prieš tirpdysiant toji rūda deginama, manganas didina gaunamo iš tos rūdos plieno valkumą ir lankstumą, o fosforas yra paprastai rūdoj kenksminga priemaiša, bet, gaminant plieną Tomo būdu, jis visas sueina į gelžuonis (gargažes), kurios sumaltos duoda produktą laukams trešti, žinomąsias „Tomo gelžuonis".

Todel į Papilės geležinę rūdą reikia atkreipti dėmesio, kadangi ji gal galėtų padėti tikrai gamybai išsiplėsti.

Rūdos klodų po žemės paviršium pasitaiko kartais vieno metro gilumoj, bet buvo randama ir 8—9 metrų gilumoj.

Klausimas, ar yra Papilės rajone kitų naudingų iškasenų, pavyz. akmeninės anglies, nėra dar išspręstas. Juros uolienų buvimas tartum sako, kad toks spėjimas galėtų turėt pagrindo. Tas spėjimas juo labiau yra galimas, kadangi visuose tų uolienų sluoksniuose randama suakmenėjusių augalų liekanų, ir juo labiau, kad kai kurių geologų nuomone, pav. Sobolev'o ir Chmelevski'o, Papilės uolienas, iškylančias paviršiun, reikia laikyti aukštutinėmis Juros uolienomis, kurios paprastai anglies neturi, bet guli viršuj viduriniųjų ir žemųjų Juros klodų, kuriuose anglies randama. Todel tas klausimas gali būti išspręstas tik padarius Papilės rajone gilių gręžimų — per visą Jūros nuogulų storį.

Iš Papilės ekspedicija traukia toliau išilgai Ventos, pasroviui, vėl apžiūrėdama jos krantus.

Maždaug pusiaukelėj iš Papilės į Viekšnius, Purvių apylinkėj, kairiajame Ventos krante, palei vandens horizontą, buvo pastebėta sluoksnis pilko molio, visai nesumišusio su smėliu, ir labai valkaus, panašaus į lipdómąjį molį. To molio klodas 2 mtr. storumo, čia guli maždaug 0,5 mtr. po žemės paviršium, kartais aukščiau už upės vandens gorizontą, kartais žemiau. Toks pat molis pastebimas ir abiejuose Ventos krantuose palei Viekšnius, kur vietos gyventojai daugelyje savo naminių dirbtuvėlių žiedžia iš jo indus. Palei Viekšnius, kairiajame žemame upės krante tasai molis guli po žemės paviršium maždaug 0,7 mtr. gilumoj, o jo storumas čia siekiąs 7 mtr., bet kasa jį tik ligi 2 mtr., kadangi taip lengviau dirbti. Likusioji brangiosios masės dalis neišnaudojama, ir tuo būdu paliktas tautos turtas nyksta. Todel Valstybės atžvilgiu būtų tikslu žiūrėti, kad darbai būtų organizuojami visam moliui per visą klodo storumą išnaudoti ir kad tuo būdu nebūtų naikinama brangi medžiaga. Tasai molis, tur būt, bus iš ledynų

kilęs, bet jo amžius tikrai dar nėra nustatytas. Ekspedicijos pasiimti su savim pavyzdžiai turės taip pat išaiškinti, kiek tas molis gali atsispirti prieš ugnį.

Toliau keliaudama ir tesutikdama pakeliui tik ledynų sąnašas, kurios ekspedicijai nieko įsistebėtina neteikė, ekspedicija privažiavo Leckavos miestelį, mūsų ir Latvių pasienyje. Čia vietos vyresnysis mokytojas turi suakmenėjusių dalykų kolekciją, kurią jis susirinkęs Ventos ir įtekančios į ją Vadaksties krantuose, apie ką jo buvo spausdinta „Lietuvoj". Jo buvo tuomet nurodyta, kad tie suakmenėję dalykai skiriasi nuo Papilės suakmenėjimų, kuriuos jis žinąs, ir kad todel jo rastieji turį būti vietiniai. Ekspedicija nutarė susipažinti su Leckavos mokytojo kolekcija, juo labiau, kad apžiūrėjus Ventos ir Vadaksties krantus ir pakasinėjus čia išeinančias į paviršių uolienas, rado vien tik ledynų sąnašų. Susipažinus su mokytojo kolekcija, pasirodė, kad joj esama iš dalies Juros suakmenėjimų iš Papilės, atneštų čion Ventos srovės, iš dalies Devono ir Siluro, atneštų čion iš žiemių drauge su ledynų sąnašomis. Vykdama iš Leckavos išilgai Vadaksties ir sutikdama tik ledynų nuogulų ekspedicija pasiekė Klikalių miestelį, kur 90-siais metais baronas Tol'is Vadaksties pakrantėje darė žemės gręžimą, norėdamas susekti storumą jo čia rastų Tretinių nuogulų, susidarančių iš geležingo putnaginio smėlio, apačioj molėto, turinčio apzulintų rusvosios anglies gabalėlių, prisisunkusio geležies. Tų nuogulų storumas jo matavimu siekiąs 4,66 mtr.; po jomis bar. Tolis rado Juros nuogulų — tamsaus molio ir smėlio, kuriuose pasitaiko anglies, taip pat rado balkšvo mergelio sluoksnių. Savo gręžimą bar. Tol'is, bar. Bistrumo padedamas, privarė tik ligi 19,45 mtr. gilumos, domėdamasis tik tretinėmis nuogulomis, kuriose jis tikėjosi rasiąs rusvosios anglies, kurios aš radau Latviuose, palygint netoli nuo mūsų sienos (Meldserno dvare), prie vieno mažyčio Ventos prieupio. Tenka gailėtis, kad bar. Tol'is anuomet neatkreipė tinkamo dėmesio į Juros nuogulas ir nepadarė savo gręžimo kiaurai per visą jų storį. Klikaliuose ekspedicija susipažino su išeinančiu aikštėn geležingo smėlio sluoksniu, kilusio Tretiniame periode, ir, peržiūrėjus Vadaksties paupiais išeinančias paviršiun uolienas (tai buvo koki 8 kilometrai kelio išilgai upės pasroviui), persimetė į Dabikynės upės klonį, Kyšių kaimo sritin, į tą vietą, kur Dabikynėn įteka Šventupė.

Čia važiuojant keliu, kurs eina iš Kyšių kaimo per Dabikynę į Sablaukių sodžių, jau išvažiavus iš Kyšių, bet dar nepervažiavus per Dabikynę, krinta į akį prasiskverbią pro augalingą žemės sluoksnį tarpai, charakteringos geltonos spalvos, kokią turi Permiškės sistemos kalkėtos nuogulos, priklausančios prie aukštutinio tos sistemos skyriaus, vadinamojo „Cechšteino". Tos uolienos pėdsakų čia žymu didokame žemės plote, po kurį keliose vietose yra išsimėčiusios apgriuvusios lauko krosnys kalkėms deginti. Išilgai Šventupės, nuo pat jos žiočių iki Sablaukių sodžiaus, per kokį kilometrą matyt puikių tos uolienos plikumų, ku-

rios čia keliose vietose ardomos kalkių deginamai medžiagai gauti; tos medžiagos kokybė, sako, čia turinti gerą reputaciją.

Toji geltonos spalvos kalkėtoji uoliena, vietomis beveik balta, matyt, turi kiek ir magnezijos, kuri yra kalkių kenksminga priemaiša, bet kuri tačiau nekliudo Šventupės paupiuose būti kelioms laukų kalkinėms krosnims.

Kalkių uoliena, deginamoji pašventupiais, guli 1 — 2 mtr. gilumoj po žemės paviršium ir esti storumo apie 3 mtr., imant ligi pelio už vandens gorizontą, bet iš tikrųjų ji yra storesnė, tik žemiauu vandens gorizonto čia jos niekas nekasa. Paklausinėjus vietos gyventojus ir tarp jų vieną poną Šurkų, kurio sodyboj radome gręžiant šulinį, pasirodė, kad toji kalkių uoliena esanti daugiau negu 14 mtr. storumo, bet tasai storumas tikrai nėra susektas, nes kiaurai visa uoliena nebuvo pergręžta nei minėtojo ūkininko, nei vokiečių, kurie čia okupacijos metu gręžę žemėje labai daug skylių, norėdami išaiškinti, kokį plotą toji kalkių uoliena čia užima. Tas plotas sako, pasirodęs esąs apydidis.

Kadangi tarp Permos nuogulų labai dažnai pasitaiko akmeninės druskos, o kaip tik prie tos sistemos klodų priklauso ir kaimininės akmens druskos vietos: į rytus—Uralo, į pietus—Bachmuto (Rusijos pietuose), ir į vakarus — Stasfurto, tai labai būtų įdomu pergręžus ir pas mus visą Permos nuogulų storį, kad būtų galima susekti, ar nebus ir pas mus tokių nuogulų.

Vienoj kranto aukštumoj, kur Šventupė įteka Dabikynėn, būtent toje, ant kurios pasikelia Kyšių—Sablaukių kelias, perbėgęs per Dabikynės upelį, apie 100 mtr. į kairę nuo to kelio, šlaite, atkreiptame į Dabikynės pusę, po ledynų sąnašiniu moliu, rasta smiltainėto, iš dalies geležingo, smėlio, turinčio suakmenėjusių liekanų, kurį pirmą kartą pažiūrėjus galima priskirti Tretinei sistemai. Tas smėlys buvo kastas tik ligi 5,5 mtr. gilumos, o pastangos susekti visas to smėlio storis, taip pat ir po juo gulinčių uolienų storis nuėjo niekais, nes nebuvo atatinkamo gręžiamo pabūklo ir vamzdžių gręžiamo šulinio sienelėms tvirtinti.

Kad galima būtų išaiškinti, ar nėra kur tiesioj linijoj tarp Permos ir Juros išeinančių aikštėn nuogulų dar kokių kitų nuogulų arba tų pačių sistemų, arba paprastai tarp jų randamos Triaso sistemos — buvo padaryta rekognosciravimas tarp tų punktų, bet nerasta jokių iškylančių paviršiun uolienų, kadangi visi tos apylinkės upeliai teka žemuose krantuose, ir tik buvo išaiškinta, kad maždaug vidury tiesios linijos tarp Sablaukių ir Papilės, Barsukų vienkiemyje, ūkininko Stonkaus žemėj, tarp ledynų sąnašų, netoli žemės paviršiaus yra ledynų nuogulų, susidedančių iš atskirų akmenų ir grumstų, kurie tinka kalkėms deginti. Apžiūrėjus Dabikynės upelį nuo Kyšių sodžiaus ligi Akmenės miestelio, irgi nerasta jokių pagrindinių uolienų.

Iš Sablaukių kaimo ekspedicija nuvyko į Žagarės miestelį apžiūrėti žinomų ten Devono sistemos išėjusių paviršiun nuogulų. Tai pasirodė esą dolomitai, išeiną paviršiun Šventosios paupiais.

Iš dalies jie žemės paviršiuj pasirodo ir miestelio srity, o iš dalies glūdi ligi 2 mtr. po žemėmis; jų storis didokas. Dar nesenai dolomitai čia buvo kasami kalkėms deginti. Dar yra išlikę kalkių deginamos lauko krosnys, ir viena tarp ju vidutiniško didumo šulninė krosnis. Dabartės dėl nepalankių ekonominių salygų, čia nei dolomitų nebegaunama, nei kalkių nebedeginama.

Kaskart traukiantis Šventosios pakrantėmis pasroviui tariant į žiemos vakarus nuo Žagarės dolomitai tolydžio dingsta po ledynų sąnašomis, o be jų Žagarės apylinkėse jokių kitų pagrindinių uolienų nematyti.

Iš Žagarės ekspedicija nuvyko į Gruzdžių valsčių, į rajoną, kurs yra žinomas del savo kalkių gamybos, būtent į Šypilių miestelio apylinkes, o dar tikriau į apylinkes: Mažeikių ir Biržų kaimų taip pat Griežiškių, Kerbediškių ir Klaišių dvarų. Susipažinus su dirbamais čia darbais kalkių akmeniui gauti ir jam deginti, padarius savarankiškų darbų vietos kilmės charakteriui išaiškinti, ekspedicija įsitikino, kad vietos esama ne pagrindinės, bet pareinančios nuo ledynų sąnašų. Daugiausia ledynų nuogulų molyje sluogsniškai guli susibūrę atskiri kalkių akmens, dažnai vienodo pavidalo, kuriuose dažnai pasitaiko suakmenėjusių liekanų, rodančiu, kad uolienos bus daugiausia žiemiuose kilusios, ir jų dalelių mums bus atnešę ledynai.

Tos kalkingos ledynų nuogulos traukiasi maždaug 3 kilometrų juosta iš vasaros vakarų į žiemos rytus (S V—N O) pro aukščiau paminėtus sodžius ir dvarus; nuogulos, pastebėtos Barsukuose Stonkaus žemėje, tur būt bus dalis vienos bendros juostos, kurios ribos dar nesusektos.

Kalkingosios nuogulos toje juostoje paprastai guli po žemės paviršium 0,25 — 0,35 metrų gilumoj, o jų storumas svyruoja apie 0,5 metro; po jomis paprastai guli rusvasai molis, kartais smėlingas. Kadangi nuogulos nesusidaro iš vieno ištisinio standaus sluoksnio, bet iš atskirų gabalų, tai gaunamoji medžiaga negali būti visai vienoda; bet, pasirodo, čia tatai tik labai nežymiai teatsiliepia gaunamoms kalkėms, kurios vis delto čia turi labai gerą reputaciją.

Manau, bus vietoj čia paminėjus, kad pirmiau gražiai augusi tame rajone kalkių pramonė, paskutiniu metu labai nukentėjo ir jos gamybos ribos žymiai susitraukė del malkų brangumo. Gali matyti solidžiai pastatytas krosnis ir priruoštus akmenų sandėlius, kurių savininkai tačiau atsisako pradėti darbą, kadangi jis neišsimokąs. Dirba tik sulyginti labai smulkūs gamintojai, nesivaržą del būdų malkoms gauti. Valstybės atžvilgiu būtų tiksliau pasiėmus globoti tą pramonę, įsigilinus į jos vargą ir padėjus jai atsistoti ant kojų, kad ji negalėtų visiškai mirti. Po to, pervažiavusi per Šiaulius, ekspedicija nuvyko į Joniškį.

Joniškyje ekspedicija turėjo išaiškinti, ar tikrai ten randama marmuro, apie ką Žemės Ūkio ir Valstybės Turtų Ministerijai

buvo pranešęs pil Šeputis, prašydamas, kad jam būtų ten paskirtas žemės sklypas, kur jis galėtų tą marmurą dirbti. Finansų, Prekybos ir Pramonės Ministerija, kuriai Žemės Ūkio ir Valstybės Turtų Ministerija nusiuntė p. Šepučio pareiškimą, pasiūlė tik ką susiorganizavusiai geologiniai ekspedicijai, duoti savo sprendimą to pareiškimo reikalu.

Kadangi p. Šepučio pareiškimas buvo parašytas ant Šiauliškės „Granito" firmos blanko, tai ekspedicija, būdama Šiauliuose, stengėsi ten surasti p. Šeputį ir „Granito" firmą, bet Šiauliuose jų visai nesurado, kadangi niekas apie juos negalėjo nieko pasakyti. Joniškv taip pat, nei mieste, nei stoty niekas jokių žinių negalėjo suteikti nei apie p. Šeputį, nei apie marmurą. Bet šiaip visos Joniškio apylinkės, kaip ir reikėjo laukti, neturi jokių žymių, kurios rodytų, jog čia galima būtų rasti marmuro, kurs yra klinčių persikristalizavimo produktas. Bet paklausinėjus vietos gyventojus ir geležinkelio tarnautojus sužinota, kad ties Joniškio stotim yra dar okupacijos metu vokiečių išgręžtas šulinys artezianiškam vandeniui gauti garvežiamams; jo diametras — 20 cm. ir iš jo ir dabar ima vandenį bėgantį paviršiun savaime; be to vietos gyventojų liudymu, dabar iš jo vandens esą gaunama daug mažiau, kadangi į šulinį vaikai metą įvairių dalykų, ir tuo būdu šulinys nyksta; mat šulinys niekieno nesaugojamas ir neaptvertas. Geležinkelio tarnautojas, dirbęs kartu su vokiečiais tą šulinį gręžiant, sako jo giluma esanti 85 metrų; gręžimą darę deimantiniu vainikėliu. Gręžimas dar nebuvęs baigtas, kaip sulūžęs gręžiamasis pabūklas; deimantinis vainikėlis pasilikęs šuliny, iš kur jo išimti vokiečiai nebesuspėję, besitraukdami prieš puolusius juos tuomet bolševikus. Pergręžtos uolienos buvusios sekančios: nuo žemės viršaus maždaug ligi 18 metrų — molis ir smėlys, nuo 18 mtr. iki maždaug 40 metrų — raudonas kietas smėlys (tur būt smiltainis), pradžioj grynas, žemiau pakaitomis susiklojęs su balta medžiaga; nuo 40 ligi maždaug 50 metrų—geltonasis gipsas, visiškai skaidrus, o apačioj su balto kalkėto akmens sluoksniais (matyti su dolomitu); nuo 50 ligi maždaug 85 metrų—baltas kalkėtas akmuo (tur būt dolomitas).

Vanduo atsiradęs 80 metrų gilumoj. Pergręžtų uolienų pavyzdžius „kernų" pavidalo, t. y. stulpelių, kurie gręžiant susidaro vidury deimantinio vainikėlio, vokiečiai išsivežę Vokietijon — sako, tris vagonus. Bet ekspedicijai pasisekė toj vietoj, kur „kernai" buvę kraunami į vagonus, dar jų kiek rasti, iš dalies net su geltonojo gipso įtarpais.

Žinoma, tasai uolienų piūvis, buvusio darbininko papasakotas, negali būti visai be klaidų, bet jo visiškai griežtas tvirtinimas apie pergręžtą 10 metrų storumo ištisą klodą geltonojo gipso, tinkamo dirbiniams, yra labai įdomus ir patikrinimas nauju gręžimu, kuris galima būtų padaryti netoli ar šale jau esančio gręžimo, pageidaujamas.

Iš Joniškio ekspedicija persikėlė į Mūšos upės klonį. Važiuodama Joniškio — Pakrajaus vieškeliu, Cholevų dvare ties Mūša, ekspedicija apžiūrėjo plytų dirbtuvę, kuri be plytų, gamina taip pat malksnas ir žiedžiamuosius drenažinius vamzdžius — viską iš vietos molio, kurio pavyzdžių ekspedicija pasiėmė.

Pirmą kartą Mūšos klonyje ekspedicija apsistojo prie Šiaulių — Biržų siaurojo geležinkelio stoties — Petrašūnų. Čia abipus Mūšos žemės paviršiuje pasirodo Devono sistemos dolomitų.

Negalėdama del laiko stokos šiais metais apžiūrėti visą Mūšos klonį ir norėdama suspėt aplankyti ir dolomitų dirbimo sritį ties Pakrojum Krajos paupy, ir Pasvalio — Biržų gipso sritį, ekspedicija tame rajone tesusipažino su Devono dolomitų plikumomis Krajos krantuose ties Kiauliškių palivarku ir to palivarko akmenų skardykloj, su plikumomis, iškilusiomis į žemės paviršių. Akmenėlių dvaro ir Karklynės bei Uošės sodžių rajonuose, taip pat su plikumomis Mūšos krantuose, palei Pamušės—Pantapliškių ir Raudonės — Pamušės dvarus, pradedant nuo to dvaro, paupiu ligi Švobiškio sodžiaus.

Charakteringiausia ir pilniausia iš tų apžiūrėtų plikumų yra dešiniajame Mūšos krante, tarp Stipinų ir Žydainių sodžių, maždaug už 2 klm. nuo Žydainių, kur upės staiga keičia savo kryptį iš N — S į W — O. Toji plikuma yra maždaug 7,5 mtr. aukštumo, jos piūvis yra toks: po augalingu sluoksniu storumo nuo 0,25 ligi 0,43 mtr. guli paeiliui iš viršaus žemyn: sluoksniuotas kalkingas dolomitas (0,5 mtr.), akytasai dolomitas (2,60 mtr.), tokio pat dolomito sluoksnis su suakmenėjusiomis liekanomis (0,05 mtr.), standus sluoksniuotas dolomitas (0,34 mtr.), toks pat dolomitas su suakmenėjusiomis liekanomis (0,15 mtr.), toks pat dolomitas, tik be suakmenėjimų (1,25 mtr.) ir molėtas skalynas, viršuj pilkas, žemiau — melsvai žalias, viso storio — ligi upės vandens horizonto — 2 metru.

Kitos išeinančios paviršiun vietos atrodo tartum atskiros dalys tik ką nurodytosios uolienų plikumos, be to jų viršutinėj dalyj visumet esti akytojo dolomito; jis išeina paviršiun ir laukuose bei pievose. Aiminėlių dvaro ir Karklynės bei Uošės kaimų srityse, Krajos paupy, Kiauliškių palivarke, po juodžemio sluoksniu viršuj dolomito kartais guli sąnašinis smėlys su apzulintais akmenėliais įvairios petrografiškos sudėties, tarp ko kita ir kalkinės.

Daugelyje vietų Mūšos paupiais, kaip kad prie Petrašūnų stoties, Pamušės — Pantapliškių ir Raudonės — Pamušės dvaruose, taip pat ir palei Uošės kaimą deginama dolomitas kalkėms gauti, bet plačiausiai darbas dirbamas Kiauliškių palivarke, kur dolomitas iš dalies deginamas vietoje trijose lauko krosnyse, o iš dalies vežamas iš ten geležinkeliu į Šiaulius „Gubernijos“ dirbtuvėn deginti. Apžiūrėjus dolomito vietą Kiauliškiuose, paaiškėjo, kad čia gaunamoji medžiaga yra labai nevienoda: įvairiose dirbamojo ploto dalyse ji esti kartais labiau ar mažiau molėta, o kartais

smėliuota; tas dalykas žymiai apsunkina kalkių gaminimą bei tinkamo medžiagos sortavimą.

Dviejose paviršiun išeinančiose Mūšos kranto vietose, būtent: 1) aukštame kairiajame jos krante palei Raudonės — Pamušės dvarą, kiek toliau pasroviui nuo kalkių deginamos krosnies ir 2) jos aukštame skardžiame dešiniajame krante tarp Stipinų ir Žydainių kaimų, kur upė staigiai keičia savo linkmę iš N-S į W-O, žemės plutos plyšy rasta, kad vienos plyšio pusės klodai guli žemiau negu tų pačių klodų tęsinys kitoj plyšio pusėj. Abu plyšiai nukrypę nuo vertikalinės linkmės maždaug 30 laipsnių. Jie abu, matyt, yra lygiagrečiai. Jų linkmė N W — S O. Jų užtikta kol kas tik Devono nuogulose. Klodai pirmojo iš jų, palei Raudonę — Pamūsę, vakarinėje plyšio dalyje yra nugrimzdę žemyn, guli žemiau negu jų dalys rytinėje plyšio pusėje. Palei Žydainius nusileidusi yra rytų dalis prieš vakarų dalį. Raudonės — Pamūšės plyšio platumas — 0,80 mtr., o Žydainių — apie 5,5 metro. Plyšiai iš dalies užpilti perplyšusių uolienų skeveldromis, iš dalies — sąnašomis iš viršaus. Skirtumas tarp sluoksnių gilumo gorizontų vienoj ir kitoj plyšio pusėj abiejose vietose maždaug lygus 3 mtr. Tie du plyšiai yra labai įdomus pas mus reiškinys, ligi šiol specialėj literatūroj dar nepažymėtas. Galimas dalykas, kad ilgainiui tokių plyšių pas mus bus užtikta daugiau. Teorijos atžvilgiu tie sluoksnių nukritimai yra įdomūs, kaipo sudariusio juos proceso padariniai, o praktikos atžvilgiu turi reikšmės tyrinėjimo darbus dirbant, nes jų nežinant komplikuojasi tyrinėjimo vaisiai.

Kuriam laikui pasukus Švobiškiuose į šalį nuo Mūšos, ekspedicija per Joniškėlį nuvyko į Pasvalį, iš kur, darydama tyrinėjimus, apžiūrėjo Mūšos krantus nuo tos jos vietos, per kurią važiuoja į Ustulės sodžių ligi įtekant į Mūšą Tatalos upytei.

To rajono srityj, kur per Mūšą eina vieškelis į „Razaniaus Slabadą“ žemiau tos vietos, kur upė pasisuka iš S-N į W-O į žemės paviršių iškyla dolomitai, kurie deginami čia pat tam tikroj krosnyj. Bevažiuojant paupiu dešiniojo upės kranto plikumoj priešais Pševalkų sodžiaus pirmą kartą buvo aptikti gipso nuogulų baltos ir pilkos spalvos klodai. Vykstant krantu pavasarį gipso nuogulų galima užtikti trijose vietose tokio storumo: 3 mtr., pasistūmus 60 mtr. išilgai kranto, 2 mtr., pasitraukus išilgai kranto 30 m. ir 1 metras 4 metruose nuo kranto. Jų tarpe guli dolomitai ir molėti skalynai, truputį nukrypę sluoksniais upės srovės pusėn, t. y. maždaug iš vakarų į rytus.

Šalia upės kranto Pasvalio apylinkėse, žemės paviršiuje tarp ariamų laukų ir pievų dažnai galima pastebėti charakteringų įdubimų, atsiradančių žemės paviršiui įgriūnant, kai po žeme vanduo išplauna gilumoje gipso sluoksnius; mat gipsą nuolat tirpdo požemio vanduo. Požemio kavernos, atsirandančios ištirpusių gipsų vietoje nuolat plaujamos, vis darosi erdvesnės ligi jų skliautai, pagalios,

nepajėgia išlaikyti viršuj gulinčių sluoksnių ir šie įgriūna; tokie įgriuvimai kartais daugiau, kartais mažiau pakeičia žemės paviršių.

Dešiniajame Tatalos upelio terasos krante, kiek aukščiau tos vietos, kur ji susilieja su Ūgijos upeliu, rasta sluoksnis labai diržingo molio, gelsvai geltonos spalvos, apie 0,75 mtr. storumo; to molio pavyzdys paimtas ištirti.

Traukiantis aukštyn Tatalos paupiu, pakeliui iš Pasvalio į Biržus, Dagilynės dvaro srity, kairiame aukštame upelio krante rasta plikumų, iš kurių charakteringiausią ir pilną vaizdą davė šis piūvis: po raudonai rausvu ledynų molio sluoksniu 4,64 metrų storumo guli, žiūrint iš viršaus apačion, geltonai žalias molis (1,48 metro), baltas molis (0,30 metro), pilkas molėtas skalynas (0,07 metro), žydras molis pakaitomis su šviesiai žaliomis priemaišomis (0,25 mtr.), melsvas (apyžydris) molėtas skalynas (0,12 metro), žydras molis (0,14 metrų), juvelas molis (0,01 metro), kietas pilkas molis (0,15 metro), pilkai žydras molis (0,18 metro), baltas gipsas (0,15 mtr.), tamsiai žydras molis storumo ligi vandens gorizonto upelyje—0.40 metro ir žemiau to gorizonto ištirta ligi 0,07 metrų. Antras, gretimas piūvis papildo pirmąjį, rodydamas, kad viršuj geltonai žalio iš dalies melsvo molio guli uoliena, tuojau vietoje dar neapibrėžta, 1,55 metro storumo, iš kurio 0,70 metro tenka jos apatiniai tvirtajai daliai, o 0,85 metrai—jos viršutinei išdulėjusiai daliai balkšvai geltonos spalvos, kurią yra užgulęs raudonai rusvas ledynų molis 3 metrų storumo.

Jodeišių sodžiaus apylinkėse pagal Biržų—Pasvalio vieškelį o taip pat Biržų miestelio srityje—Kaunės dvare—ekspedicija tyrinėjo daug kur įgriuvusias žemės paviršiaus vietas; del įgriuvimų žemės viršus ten pasidarė visai netinkamas naudoti: be galo nelygus, pilnas kalvų ir tarp jų pilna gilių duobių. Kai kuriose Biržų srities vietose ūkininkai tokiose įgriuvusiose vietose po augaliniu ir durpiniu sluoksniu kasa pajuodavusius jau medžių kamienus, matyt, tai bus kamienai kadaise įgriuvusių ten medžių; juos kasa statydami tose vietose tam tikrus trikojus su prikabintais ant jų blokais.

Kaunės dvaro srityj, į rytus nuo Kaunės—Mantegailiškių vieškelio ekspedicija tyrinėjo išlikusius dar gipsus žemės paviršiuje, išsikišusius tarp daugybės įgriuvusių vietų ir požemio urvų, atsiradusių vandeniui plaudžiant po žemėmis gipsą .Viena labiau išsikišusi gipso vieta, perpiauta štai ką rodo: apylinkiniame žemės paviršiuje, žiūrint iš viršaus žemyn, guli: rusvas ledyno molis (2 metrai), gelsvai pilkas molėtas skalynas (0,70 metro), pakaitomis susikloja ploni balto ir juodo gipso sluoksniai (0,65 metro), baltas molis su gipso priemaišomis tarpusluoksniais (0,12 metro), žalsvai pilkšvai baltas molis (0,17 metro), pilkas gipsas (0,10 mtr.), žalsvai pilkšvai baltas molis (0,07 metrų), pakaitomis juodo ir balto gipso sluoksniai (0,60 metro), žalias molis (0,03 metro), baltas gipsas (0,06 metrų), baltas ir juodas gipsas sluoksniais ligi 2 centimetrų, iš viso storio nuo 0,70 metro ligi 1 metro. Po žemės

paviršium čia yra 5 metrų gilumo duobė, atsiradusi, matyt, ištirpus apačioj gipsui; ton duobėn niekaip nebuvo galima nusileisti išaiškinti po žemės paviršium susiklojusioms uolienoms.

Įsižiūrėjus ir supratus, kaip veikia požemio vanduo jau, matyti, nuo senai šioje gipso srityje, kuri traukiasi nuo Pasvalio ligi Biržų, ir kurios tik nežymią dalį teteko šįmet ekspedicijai aplankyti, tikrai tenka pasigailėti, kad tokia vertinga medžiaga, kaip gipsas, užuot žmonių reikalams naudojama, yra tirpdoma vandens ir nyksta. Todel valstybės atžvilgiu būtų labai sveika ir naudinga šį sritis smulkiai ištirti ir ten, kur dar ne vėlu, kasti gipsas ir jis naudoti, nes požemio vanduo nepaliauna veikęs ir tautos turtas kaskart nyksta.

Tos pat požemio vandens veiklos padariniu turime laikyti tulose (= daugely) gipso srities vietose atsiradusius sieros šaltinius, kurių mineralinis vanduo nuteka į upes bei upelius be jokios naudos krašto gyventojams; o daugelis tų gyventojų važiuoja tokiais vandenimis naudotis užsienin (pav. į Kemmerną, arti Rygos). Vieną tokį šaltinį ekspedicija rado arti Pumpėnų miestelio, besikeldama paupiu iš Biržų — Pasvalio tyrinėjamos srities Panevėžio m. linkui.

Į rytus nuo Biržų — Pasvalio vieškelio, per vieną kilometrą į žiemius nuo Pumpėnų, arti kalkinės akmenų deginamos krosnies iš čia pat žemės paviršiuj gulimų dolomito sluoksnių, Istros upės dugne prasiveržia sieringo vandens šaltinis, kuris čia pat sumišta su upės vandeniu. Ties šaltiniu stovint galima aiškiai jausti jo vandens SH_2 kvapas. Anot vietos žmonių pasakojimų, aplink šitą šaltinį ir kokį kilometrą pasroviui upelis niekad neužšąląs; tai galima išaiškinti iš dalies pastovia to šaltinio vandens temperatūra, — maždaug 6 — 8 laipsniai, sprendžiant apytikriai iš dalies pastovia to šaltinio srove, palyginti verčiančio nemaža vandens. Sieringo vandens šaltinis toj vietoj rodo, kad gipso požemio vandens plaudžiamo ir paskum idubimų yra ir šioj srity; tatai be ko kita tvirtina ir čia sutinkamos įdubusios žemės paviršiaus vietos, nors jų yra čia dar ne taip daug kaip Biržų — Pasvalio srity.

Maždaug dešimt kilometrų į pietus nuo Pumpėnų miestelio, Pušynės apylinkėj, prie pat Pasvalio-Panevėžio vieškelio, yra gaunama iš žemės kalkių akmenų, kurie deginami dviejuose tam tikrose lauko krosnyse. Čia buvo ir didelė šachtinė krosnis, dabar, atsimainius ekonominėms sąlygoms, iš dalies jau apgriuvusi. Deginamieji akmens imami iš karjerų, kuriuos apžiūrėjus paaiškėjo, kad imami akmens yra tam tikros rūšies dolomitų gabalai įvairaus didumo, sumaišyti su molėtu smėliu, graviu ir dalinai su akmenimis-rieduliais, išmėtytais po uolieną be jokios tvarkos, be kokios nors sistemos. Tai rodo, kad tie akmens kartu su kita medžiaga yra atnešti iš tų vietų, kur yra dolomitų klodai. Be kalkinių akmenų čia yra ir tokių pat atskirų gipso gabalų.

kurie rodo jog mechaniškas irimas veikė ir gipso sluoksnius. Kadangi tos nuotrupų uolienos sluoksnis siekia 6 metrų storio, o palei Pumpėnus dolomitai labai arti prieina prie žemės paviršiaus (apie 0,5 metr.) ir yra ten užkloti tik augaliniu sluoksniu, tai galima pasakyti, kad toje srity dabartinė Devono gipso zonos pietinė siena yra Pumpėnų miestelio apylinkėse.

Kalkių akmenims verčiasi vietos gyventojai; kasa nuo 4 ligi 6 metrų gilumo duobes ir iš uolienos, iškastos duobėj, atrenka kalkinius akmenis, o visą kitą medžiagą, kaipo nereikalingą verčia vėl atgal į duobes. Suverčiami atgal į duobes, užkasami ir pasitaiką gipso gabalai, kurie galėtų būti sunaudoti techniškajam alebastrui deginti, kuris yra daug brangesnis negu kalkės. Taip del smulkių verteivėlių nežinojimo ta kraštui brangi medžiaga, jau vieną kartą gauta, yra suverčiama atgal į duobes.

Kasdami tas duobes darbininkai ne tik netvirtina sienų, kad jos jų neužgriūtų, bet giliau, kur pastebi daugiau kalkių akmenų, dar kasa šonus, kartais labai toli išsikasa ir tuo stato pavojun savo gyvybę tik tam, kad už vieną kubinį sieksnį šitaip gauto ir į stabelį sudėto akmens gautų 75 litus.

Tokiu būdu kasant kalkinius akmens, be pavojaus darbininko gyvybei, nustojama daug ir paties akmens, kadangi jis lieka neiškastas: 1) iš uolienos, gulinčios viršuj tų šoninių pakasų ir 2) tarpuose tarp duobių.

Panevėžyj ekspedicija tyrinėjo Nevėžio upės krantų plikumas tarp miesto ir gulinčio aukščiau jo srovės Dembovo dvaro, norėdama išaiškinti pagrindines uolienas, kurių, kaip ekspedicija girdėjo, galima esą ten žemės paviršiuje užtikti. Tos uolienos priklausančios Siluro sistemai. Patyrinėjus be ledynų suneštų nuogulų nerasta jokių pagrindinių uolienų. Gal tokių vaisių gauta todel, kad tuo metu Nevėžio upės vandens gorizontas gal buvo negana žemas.

Iš Panevėžio ekspedicija grįžo į Kauną važiuodama išilgai Nevėžio, kurio slėny nebuvo pastebėta jokių pagrindinių uolienų.

Santrauka.

1. Papilio miestelio apylinkėse prie Ventos upės, Juros periodo nuogulose randami geležies rūdos — siderito klodai. Vertėtų daryti pastangos sužinoti: a) šios rūdos išsiplėtimas, b) bendras visų rūdos sluoksnių skaičius, c) kiekvieno jų storis, gilumas ir kokybė.

2. Ten pat, ties Papilio miesteliu Juros periodo nuogulose, gana giliai, gal galima būti rasti akmeninio anglies klodai, kurie

galima būtų susekti tiktai giliu gręžimu. Tokį gręžimą reikėtų tenai padaryti perkirtus visi Jūros sistemos sluoksniai.

3. Prie tos pačios Ventos ūpės, maždaug tarp I Purvių iki Viekšnių miestelio slogso pilkas diržingas molis, iš kurio Viekšniuose gamina molinius išdirbinius. Reikėtų visapusiškai ištirti šio molio savybės: ar nepasirodys jis atsparus ugniai.

4. Ties Šventupio ir Dabikinės ūpių santaku iškelta žemės paviršiun Permiškos sistemos kalkinės nuogulos („Cechšteinas"), kurios vietinių žmonių vartojamos medžiagai kalkėms degti. Šių kalkinių klodų storis yra čionai daugiau kaip 14 metrų ir išsiplėtimo plotas taipogi nemažas. Permės sistemos sluoksniuose tankiai randama druskos, gi kartais pasitaiko ir vario rūdos. Todel reikėtų: a) išaiškinti virš minėtų kalkinių nuogulų išsiplėtimo ribos ir jų kokybė įvairiuose klodų dalyse ir b) padaryti gilus gręžimas, kuris pereitų per visą Permos nuogulų sluoksnį.

5. Ties Gruzdžių miesteliu yra ledynyniuose nuosėduose kalkinių nuogulų juosta, duodanti gana tinkamą medžiagą kalkėms degti. Bet kalkių gaminimas šioje vietoje vis mažėja, del susidėjusių ekonominių sąlygu. Būtinai reikia šiai pramonės šakai valdžios paramos ir globos.

6. Ties Joniškio siaurojo gelžkelio stotimi Vokiečių okupacijos metu buvo gręžtas šulinys ir prie šios progos tapo užeitas sluoksnis geltonojo gipso, tinkamo įvairiems išdirbiniams. Sluoksnio storis yra 8 iki 10 metrų. Reikia pamėginti patikrinti gandai del gipso buvimo, taipogi išaiškinti šių sluoksnių išsiplėtimo rajonas ir vidutinis jų storis.

7. Pasvalio — Biržų rajonai dalinai ir apylinkės turtingi gipsu, kuris tačiau čionai požeminiu vandeniu išplaudžiamas ir tuo būdu naikinamas tautos turtas, išeinąs vietomis žemės paviršiun sierinių šaltinių pavidale. Yra būtino reikalo šis rajonas ištirti ir išaiškinti, kuriomis sąlygomis tos miniralinės versmės galima būtų sunaudoti kaipo tokios, išaiškinti jų maitinimo ir miniralizacijos rajonas, ir apsaugoti jos nuo galimo užpurvinimo ir sugedimo. Dėliai gipso, kurio yra kituose rajonuose, reikėtų išaiškinti gaminimo sąlygos, ir, kur galima, jis sunaudoti, kol vanduo jo dar neištirpino.

8. Geriau ir pilniau sunaudoti toms iškasenoms, kurios vietomis jau naudojama (pavyzdžiui: molio išdirbinių gamyba ties Viekšnių miesteliu, klinčių apdirbimas ties Pušynu, netoli Pumpėnų miestelio ir kiti), reikėtų sudaryti atatinkama kasimų ir sunaudojimų priežiūra.

Galutinė padarytųjų darbų apyskaita galima bus paruošti tiktai smulkiai ir nuodugniai išnagrinėjus ekskursijos atvežtus rastų klodų pavyzdžius (geležies rūdos, klinčių, molių, gipso ir kitų) specialiai tam įrengtame kabinete ir laboratorijoje, kurių pradžia jau padaryta.

Resume.

1. In den Jura - Schichten der Umgegend von Popiliany befindet sich am Ufer des Ventes Flusses Eisenfizidorit. Es wäre wünschenswert, die Ausbreitung und Menge der eisenhaltigen Schichten und ihre Qualität, Tiefe und Mächtigkeit zu untersuchen.

2. Am Ufer dieses Flusses könnte in den Juraschichten bei Popiliany vielleicht auch Steinkohle gefunden werden. Sie könnte aber nur durch Bohrungen festgestellt werden, welche die ganzen Juraschichten von oben nach unten durchschneiden würden.

3. Zwischen Purvin I und Viekšniai schichtet an diesem Flusse grauer plastischer Lehm, woraus man in Viekšniai Töpferwaren verfertigt. Auch diesen Lehm müsste man auf seine Feuerbeständigkeit genauer untersuchen.

4. Am Zussammenfluss der Schventupe mit der Dabikine treten dem Perm angehörende Kalk - Zechstein - Schichten an die Oberfläche, die man hier zum Kalkbrennen benutzt. Die Mächtigkeit dieser Schicht ist mehr als 14 meter, auch wird ihre Ausbreitung nicht gering sein. In den Schichten der Permperiode findet man Kochsalz, manchmal auch Kupfererz. Man dürfte die Grenzen der Ausbreitung dieser Schicht, ferner auch die Qualität des Zechsteins an verschiedenen Stellen untersuchen, wozu eine tiefe, die Form durchschneidende Bohrung nötig wäre.

5. Bei Gruzdžiai liegt zwischen den Gletscher-Ablagerungen ein breiter Streifen Kalk, aus dem man recht guten Kalk brennt. Das Kalkbrennen geht aber wegen der ungünstigen ökonomischen Verhältnisse zurück, und wäre daher eine Unterstützung von Seiten der Regierung zur Hebung der Produktion nötig.

6. Bei der Kleinbahnstation Jonischki wurde von den Deutschen während der Okkupationszeit ein Brunnen gebohrt, wobei eine 8—10 Meter dicke Schicht gelben Gipses gefunden wurde, der technisch verwertet werden könnte. Im Bohrloch blieb dabei eine bei der Arbeit abgebrochene Diamantkrone zurück; diese müsste herausgenommen und die Ausbreitung und Mächtigkeit des gelben Gipses durch eine tiefere Bohrung festgestellt werden.

7. In der Umgegend von Biržai-Pasvaly sind mächtige Gipsschichten vorhanden, die aber allmählich vom Wasser aufgelöst und ausgewaschen werden, so dass stellenweise Schwefelwasserstoffquellen an die Oberfläche treten. Es wäre unbedingt notwendig, diese Gegend genau zu untersuchen und festzustellen, auf welche Weise man diese Quellen ausnutzen könnte, und wie ihr Nahrungslager ist, um ihre Verunreinigung zu verhindern. Auch müsste der Gips vor seiner endgültigen Auflösung ausgenutzt werden.

8. Um die Bodenschätze möglichst vollständig ausnutzen zu können, die z. T. schon stellenweise ausgebeutet werden, wie

z. B. die Topfwaren bei Viekšniai, die Kalkbrennerei bei Pumpenyes zeigen, müsste eine Oberaufsicht organisiert werden, welcher einerseits alle Arbeiten unterstehen, welche anderseits aber etwaige Unglücksfälle zu verhüten hätte.

Eine endgültige Beschreibung der Arbeiten der Expedition wird erst dann möglich werden, wenn die im Sommer gesammelten Proben in einem zu diesem Zweck gut eingerichteten Laboratorium untersucht würden.—Ein kleiner Anfang ist in dieser Hinsicht durch die Anschaffung eines Mikroskopes, verschiedener Instrumente und Reagentien gemacht worden. Es fehlen aber vor allem die dazu nötigen Räume.

Baigdamas šią apyskaitą, laikau reikalingu:

1) sveikinti Ministerių Kabinetą ir dėkoti Jam už duotąsias lėšas geologinio mūsų krašto tyrinėjimo pradžiai; nes to tyrinėjimo praktiški rezultatai gali duoti be galo daug nepaprastos kraštui naudos ir šimteriopai atlyginti už tas visas lėšas, kurių privalo tas darbas, turįs reikšmės ir praktikai, ir mokslui.

2) Išreikšti kuo giliausį dėkingumą Lietuvos Universiteto Matematikos Gamtos fakulteto dekanui profesoriui Z. Žemaičiui už jo darbą ir rūpesnius organizuojant ekspediciją ir rūpinantis reikalingų jai lėšų.

3) Pareikšti vilties, kad ekspedicijos padarytas darbas, kaip silpna pradžia daugeliui labai svarbių reikalingų darbų, bus maloniai sutiktas ir galės padėti tolimesniam darbų organizavimui, bei gavimui viso to, kas reikalinga yra šiems darbams atlikti.

4) Reikšti pageidavimų, kad padarytos vietomis pastabos gal būt atkreiptų valdžios žmonių dėmėsį į aukščiau minėtus reiškinius, naikinančius musų krašto turtą.

Kalnų Inžinierius M. Tamošauskas

Kvašninas-Samarinas, M.
Lietuvos Universiteto docentas

Gipso, kalkių ir podzolo dirvos

(Kyffhäuser'o ir Saksonijos dirvų geologiniai tyrinėjlmo daviniai)

M. Kwaschnin-Ssamarin.
Dozent an der litauischen Universität Kaunas.

Gips-, Kalk-und Podsolböden im Kyffhäuser.

(Ergebnisse bodenkundlicher Forschungen im Kyffhäuser Gebirge und in der Provinz Sachsen).

Gipso, kalkių ir podzolo dirvos.

Įvadas.

Besirenkant naujiems faktoriams moksliškos dirvotyros srityi ir beaiškėjant sudėtingiems dirvos susidarymo procesams, tveriasi įvairios moksliškos dirvožemio klasifikacijos (Bodennomenklatur), Tuo pačiu dirvožemio mokslas vis labiau ir labiau išsiskiria į atskirą mokslo šaką, kurį dirvožemio tyrinėjime remiasi savorankėmis metodėmis.

Prie pirmųjų, geresniųjų dirvos klasifikacijų tenka priskirti Prof. Dokučaev'o ir Sibircev'o klasifikacija. Jie daug dėmesio atkreipė į dirvožemio ryšį su gamtiniai istorinėmis o iš dalies ir klimatinėmis sąlygomis. Žiūrint į dirvožemį, kaipo į gamtiniai - istorinių ir fiziniai - geografinių davinių padarą, buvo nustatytas jo zonalinio pasiskirstymo įstatymas, ir kiekviena zona turėjo atatikti tam tikrą atmosferinių kritulių kiekį bei tam tikras izotermas. Bet jau ir esant toms klasifikacijoms, pasitaiko visa eilė visiškai pasireiškusių dirvos tipų, kurie nepriklauso zonalingumo įstatymui. Tas dirvas Sibircev'as [1]) pavadino intrazonalinėmis (druskotąsias pelkes, pūvenų-karbonatines ir kitas). Jų pasitaiko įvairiose zonose (atskiromis dėmėmis), pradedant nuo šiaurės ir baigiant pietumis. Taip antai, pavyzdžiui, paskutiniais laikais druskines dirvas atrado Sibiro šiaurėje, o kartais jų dėmių pasitaiko ir tundros zonoje; seniau jos buvo žinomos tik pietų srityse (pusiau-stepai ir pusiau-dykumos).

Tas pats galima pasakyti ir apie pelkines, pusiau pelkines ir karbonatines dirvas.

Naujausi profes. Glinkos klasifikacija [2]) remiasi, kaipo pagrindiniu faktorium, dirvų sudrėgimo laipsniu ir dirvas dalo į ektodinamomorfines ir endodinamomorfines. Pirmosios yra paprostojo tipo, susidarančio veikiant daugiausia drėgmės ir temperatūros faktoriams, o antrosios, esant tokiems pat klimato daviniams, duoda visai kitus dirvų tipus. Endodinamomorfinei grupei Glinka priskyrė pūvenų-karbonatines (Kalkschwarzerde) ir įvairias skeleto dirvas.

Kitos vakarų Europos klasifikacijos (Richtgofen'o, Teer'o, Fallu, Knop'o), o taip pat naujausioji rusų Kasovič'iaus, kur klasifikacijos žymių pagrindan buvo dedamos fiziniai-mechaninės, geologinės bei cheminės dirvos žymės, faktų atžvilgiu nieko naujo nedavusios.

Prof. Lang'as dar vėliau yra patiekęs dirvožemio klasifikaciją. Jis turėjo labai daug medžiagos apie dirvožemio susidarymo

---

1) Sibircev'as. Dirvožemio mokslas, III leid.

2) Glinka. Die Typen der Bodenbildung, ihre Klassifikation und geographische Verbreitung. Berlin 1914.

procesus įvairiuose kraštuose, ypač dausose, ir todel plačiau charakterizavo nagrinėjamąją dirvožemio grupę. Ištisoj įvairių mokslišku pranešimų[1]) ir darbų eilėj[2]) kalbama apie reikalingumą išskirti į atskirą grupę tie dirvožemiai, kuriems susidarant klimatas teturėjęs antraeilės reikšmės.

Lang'as, išskirdamas sausųjų, drėgnųjų, perdaug drėgnų ir priešpolerinių (aride, humide, perhumide, nivale Bodenklasse) dirvožemių kraštus randa galima priskirti juos pamatiniam klimatinių ir aklimatinių arba gipoklimatinių (hypoklimatischen bezw aklimatischen Bodentypen) dirvožemio susidarymo procesų tipui. Klimatiniai dirvožemiai, susidedantieji (besiformiruojantieji) temperatūros ir atmosferinių kritulių faktorių dėka, atskirais atvėjais duoda varijantus labai tiksliai atatinkančius tam tikrą šilumos bei drėgmės kiekį.

Lang'as parodė, jog padalinus vidutinį metinį atmosferinių kritulių kiekį iš vidutinės metinės temperatūros, gausime dydį, kuris vers veikti tam tikrą dirvožemio gaminimo procesą. Tasai dydis arba kritulių koeficientai (Regenfaktoren) ir yra bendrą sudėtinė tam tikram dirvožemio tipui. Tuo būdu išvesta, kad geltonžemės, raudonžemės ir laterity koeficientas lygus 40—60; juodžemio, žiūrint įvairumo, nuo 100 iki 160, podzolų — 160 ir t. t.

Del tokių dirvožemių. Glinka savo „Dirvožemio moksle"[3]) nurodo, jog be pūvenų-karbonatinių, kiti dirvožemiai — endodinamomorfiniame skyriuje — labai maža teišnagrinėti ir kad mes beveik visai nežinome, kaip atsiliepia į dirvožemio susidarymo procesus dideli (be $CaCO_3$) cheminių junginių, pavyzdž., $MgCO_3$, Fe_2O_3, gipso, anhidrito ir kitų kiekiai.

Kiek daugiau tuo klausimu kalba Lang'as savo pranešime „Über Nomenklatur der Böden". Jis sako, jog Šimper'is savo laiku genialiais bruožais yra suskirstęs augalijos formacijas į klimatines ir edafines (edaphische). Paskutinės jų priklauso nuo dirvožemio ypatybių (pav., vietos, dirvos vandenų, druskų, gipso, kalkių ir t. t.). Taip pat atatinkamu būdu galima suskirstyti ir dirvožemiai.

Del vyraujančios vietinių arba regionalinių druskų daugumos, ypač kalkių, ar del jų stokos, ir patys dirvožemiai įgauna tų ypatybių, kurios juos d a u g i a u a r m a ž i a u n u t o l i n a nuo klimatinio optimalinio tipo (mano pabraukta). Gipokli-

---

[1]) Prof. Dr. Richard Lang. Über Nomenklatur der Böden. 1914.

[2]) Prof. Dr. Richard Lang. Versuch einer exakten Klassifikation der Böden in klimatischer und geologischer Hinsicht. Internat. Mitt. f. Bodenkunde 1915.

Prof. Dr. Richard Lang. Verwitterung und Bodenbildung als Einführung in die Bodenkunde. Stuttgart 1920.

[3]) K. Glinka. Dirvožemio mokslas. 1908, 520. pusl.

matiniais arba aklimatiniais Lang'as pavadino susidarančius dirvožemio tipus delto, kad klimatas arba visai neprisidėjo prie dirvožemio tipo pasikeitimo arba, jei ir prisidėjo, tai tik netiesioginiu būdu. Dirvožemio tipo pasikeitimas daugiausia pasireiškia pūvenų (humuso) kiekiu arba jų forma. Tokiomis sąlygomis susidaro aklimatiniai arba gipoklimatiniai dirvožemių tipai, turį daug pūvenų, arba dirvos su blogesniais degraduotais humusais—„Humus die alten Rohhumusböden".

Kitoj vietoj[1]). Lang'as nurodo, jog gyvenime visur galima pastebėti, kad nedideliame atstume, nėsant skirtumo nei temperatūroj nei sudrėgime, bet vis delto dirvožemio tipai keičiasi, ypač tai gerai matyti tuose kraštuose kur daugėly vietų padermės išeina į paviršių. Galima, pavyzdžiui, matyti, jog tame pačiame kalno šone, esant tik vienai kalno padermei, yra susikloję greta rusvieji dirvožemiai (Braunerden), juodžemis ir jauražemis (Rohhumus).

Toliau randama kalkių reikšmės nurodymą[2]): „Kalkių pertekliai sudaro stepų - pūvenų arba kalkių - juodžemio dirvas. Druskų, ypač kalkių, stoka sudaro sąlygas aklimatiniems stambaus humuso (Rohumus) dirvožemiams susidaryti. Del druskų ir humuso pertekliaus susidaro sūrusis juodžemis ir rusvažemis". Lang'as nurodo pavyzdžių[3]), kada, esant dirvoj vienoms kalkėms, dirvožemis tinkąs žemės ūkio kultūrai, bet tomis pačiomis sąlygomis ir tik nėsant kalkėms, tas dirvožemis netinkąs žemės ūkiui.

Tuo būdu matome, jog be klimatinių sąlygų (faktorių) dirvožemio susidarymas gali priklausyti ir motininės padermės, ypač jei pastaroji turi daug kalkių.

Lang'as net sako, jog užvis svarbiausiu faktorium dirvožemio sudaryme po klimato yra dirvą sudarantį padermė. Dirvožemio susidarymo procesas vyksta taip, kaip verčia esamos mineralinėj padermės daly medžiagos, druskas gaminančios. Įvairūs dirvožemio tipai aiškinami ryšy su padermėmis, kuriose arba yra daug arba visai nėra mineralinių druskų, tų svarbiausių priežasčių, del kurių susidaro įvairios dirvų atmainos.

Tais aklimatiniais dirvožemiais visuomet įstatymingumas kriksta. Detalesniais dirvų tyrimais Rusijoj buvo nustatyta visa eilė dirvožemio kompleksų. Jų susidarymo gamtoj kaip tik ir galima buvo laukti, nes nebekalbant jau apie meteorologinius gana įvairius faktorius, esama dar dirvožemį sudarančių padermių, makro-ir mikro reljefų ir kitokių agentų. Tie faktoriai ir sudarą dirvožemio tipų įvairumą. Aklimatinius arba azonalinius dirvožemius nereikia suprasti siaura prasme, atbulai, reikia turėti galvoj, kad kartais, nors ir akies nepastebimi, jie vis delto labai išplitę.

---

[1]) Prof. Dr. Richard Lang. Verwitterung und Bodenbildung als Einführung in die Bodenkunde. 1920

[2]) Prof. Dr. Richard Lang. Verwitterung und Bodenbildung als Einführung in die Bodenkunde 1920.

[3]) Prof. Dr. Richard Lang. Über Nomenklatur der Böden 1914.

Nuolat kitėjanti augalija tik kai kada ir tik nedideliame plote priklauso meteorologiniams faktoriams, bet visuomet ryšy su cheminiais, biologiniais bei mineraliniais tų dirvožemių pasikeitimais. Kaip matyti, dauguma augalų atjaučia dirvos reakciją. Paskutinioji (Wasserstoffjonenkoncentration) yra ne tik klimatinių faktorių rezultatas, bet dar priklauso ir nuo mineralinių dirvožemio dalių. Todel padermės, sudarančios žemės šarminius elementus, ypač svarbios, nes jos gali sudaryti šarminę reakciją, neduoti nušarminti dirvų pūvenų medžiagų atžvilgiu ir, aplamai, nukreipti cheminiai-biologinius dirvos procesus visai kita kryptimi.

Įvairių dirvožemių tipų reakcija, į kurią paskutiniais laikais taip daug kreipiama dėmesio, duos daug faktų, reikalaujančių surasti netiesioginiai veikiančius faktorius, kartais net labai svarbius dirvos sudėties (habitus) atžvilgiu. Dabar jau yra pamato manyti, kad kai kurios dirvos, veik iki pat paskutinių laikų laikomos rūkščiu išsivėduliavimo tipu, bus priskirtos vienos šarminiam, kitos neutraliam. Pagalios, mums tekdavo susidurti ir su tokiais reiškiniais, kada dirvožemio reakcija būdavosi nepastovi ir keisdavosi metų dalimis (pusiaubalių dirvožemiuose).

Tais duomenimis, tiksliai nustatančiais substancijos reakciją, ir naudojantis naujaisiais dirvų koloidalinių medžiagų daviniais, be abejonės, teks labai dažnai aiškinti painūs dirvožemio procesai, išeinat ne tik iš meteorologinių duomenų, bet ir iš visų agentų, nes dirva yra ištisos eilės veikiančiųjų faktorių padaras. Plačiu mastu atliekami dirvožemio tyrinėjimai Rusijoj galėtų duoti daug medžiagos aklimatinių (endodinamomorfinių) dirvų mokslui nagrinėti, nes milžiniškoje Rusijos teritorijoj tikriausiai yra tinkamų sąlygų joms susidaryti. Metodės reakcijoms nustatyti išdirbtos, palyginti, nesenai, tuo tarpu dirvų tyrimo darbai plačiu mastu jau buvo varomi paskutiniuoju dešimtmečiu prieš karą. Todel dirvožemio žinovai, rusai, noroms - ne - noroms turėjo kreipti daugiau dėmesio į geologinius ir morfologinius dirvožemio davinius, nekalbant jau apie specialius uždavinius, bet negalėjo aiškiau bei smulkiau nušviesti cheminių procesų. Be to, del karo priežasčių susilaikė galutinas surinktosios dirvožemio žinovų medžiagos apdirbimas. Paskutinė „Rusų dirvų" davinių santrauka ir priruošiamieji dirvų tyrinėjimo aprašymai Rusijoj nesenai padaryti Glinkos jo veikale vardu: „Rusijos ir gretimų šalių dirvožemiai". Peržiūrinėjant tąjį kapitalinį darbą, turtingą morfologiniais dirvožemio daviniais, mes nerandame jame pakankamai medžiagos apie padermės reikšmę dirvožemio tipų susidaryme.

Aplamai, aklimatinių dirvų grupė ir rusų geognostų nepakankamai aprašyta, nes beveik išimtinai kalbama tik apie pūvenų-karbonatines arba karbonatines dirvas. Morfaloginiai tų dirvų daviniai yra smulkiai nurodyti ,bet visai neišaiškinta cheminis dirvų sąstatas. Iš viso, kas čia pasakyta, aiškėja, jog aklimatiniai ,r gipoklimatiniai dirvožemiai reikalingi tolimesnio jų tyrinėjimo.

Fiziniai-geografiniai ir geologiniai kalnuotos Kyffhäuser'o vietos daviniai.

Kalnų padermių veikimui į dirvas ir jų reikšmei išaiškinti, prof. Lang'ui patariant, buvo išrinkta tyrinėjimams netoli Garco kalnuota Kyffhäüser'o vieta. Šioji vieta iš seno pritraukdavusi keleivius ir tyrinėtojus savo gražumu, puikiais lapuotais miškais ir, aplamai, nepaprastu floros turtingumu.

Buvo padaryti ir paskelbti aprašymai apie esamą tenai įvairią augaliją.

Pasirodo, kad Kyffhäuser'e esama ir tokių augalų, kurie paprastai auga šiltesniuose kraštuose. Iš viso Kyffhäuser'e Petry[1]) žiniomis yra 859 aukštesniųjų rūšių augalai. Toks didelis floros įvairumas ir gausumas susidarė ne del kurių nors klimatinių sąlygų, bet del kalnų padermių įvairumo, turinčių savo sąstate gerai į augalus veikiančios medžiagos. Esant tenai tiek druskingoms, tiek kristalinėms masyvų padermėms, o taip pat ir lössinėms molinėms, smėlinėms bei kitoms, kiekvienas augalas tokiomis sąlygomis galėjo sau lengvai rasti reikalingų maistui dalykų.

Vargu bau kur kitur būtų galima rasti toki vieta, kur 1½ kv. mylios plote išeitų paviršiun tiek įvairių kalnų padermių ir būtų tiek įvairių augalų formacijų.

Suprantams dalykas, jog del taip įvairių sąlygų ir dirvožemis įvairus. Todel dirvožemio tyrinėtojui Kyffhäuser'as yra labai įdomus.

Pereinant prie geografinio Kyffhäuser'o aprašymo, pasinaudosime Petry daviniais:

„Das Kyffhäusergebirge, zwischen 51° 22' und 51° 26' Br, sowie 10° 56' und 11° 13' L. gelegen, gehört fast ganz dem früheren Schwarzburg-Rudolstadt an und bildet einen der nördlichsten von jenen Höhenzügen, welche zwischen Harz und Thüringer Wald meist in westnordwestlicher Richtung verlaufen.

Seine Grenzen sind auf drei Seiten durchaus scharfe: im Norden und Osten die Goldene Aue in ihrem oberen und unteren Teile, bezw. die Thäler der Helme und (z. T.) der Unstrut, im Süden das Thal der sogen. kleinen (Frankenhäuser) Wipper. Aber auch die Westgrenze ist kaum minder deutlich",

Das Gebirge hat am Fusse ein Areal von ca 75,3 qkm.

Das Kyffhäusergebirge ist ein kräftig über seine Umgebung heraushebender Gebirgsstock, „dessen von zahlreichen Erosionsthälern durchfurchtes Plateau nach Norden steil zur Goldenen Aue abstürzt, während es sich nach den übrigen Richtungen im allgemeinen sanfter abdacht. Seine grösste Breite ungefähr in der Richtung Frankenhausen-Sittendorf beträgt nur 7 km., die grösste Länge, zwischen Auleben und Ichstedt 19 km. Die höchste Erhebung findet sich im Lengefelde oberhalb der „Windlücke"

[1]) Dr. Arthur Petry. Die Vegetationsverhältnisse des Kyffhäusergebirges. Halle A. S, 1889.

mit 466 m. Wenig niedriger sind der Kulpenberg, die Sittendörfer Köpfe und der eigentliche, sagenberühmte Kyffhäuser, welcher auf seinem Rücken die ausgedehnten Ruinen der Kyffhäuser - Burg trägt, und das gewaltige, weit ins Land hinausragende Kyffhäuserdenkmal. Er bildet den nordöstlichen Eckpfeiler des ganzen Gebirges, dem er den Namen verliehen hat. Seine Höhe beträgt am Fusse des Turmes nach Fils 455 m. Der mittlere Teil des nördlichen Plateau - Randes, vom Kyffhäuser an bis zu der ebenfalls von Ruinen bedeckten Rothenburg, erscheint durch zwei tiefe Thäler, das Wolweda — (im Osten) und Tannenberg-Thal (im Westen), von der Hauptmasse etwas abgeschnürt.

Bemerkenswert ist die grosse Wasserarmut des Gebietes (besonders auf der Südseite). Nur wenige Quellen fliessen das ganze Jahr hindurch, die meisten versiegen im Sommer. Winzige Lachen, über das ganze Gebirge zerstreut, bilden mit wenigen kleinen Teichen die einzigen stehenden Gewässer.

An dem geognostischen Aufbau des Gebirges beteiligen sich neben dem auf das Nordwestgebiet beschränkten Krystallinen Kern das Rotliegende und der Zechstein und zwar in der Weise, dass ersteres ungefähr die nördliche Hälfte bildet, während sich der Zechstein ähnlich wie am südlichen Harzrande in breiter Zone im Süden und Westen um dasselbe herumschlingt. Diese scharfe Zweiteilung ist bestimmend für den Charakter des Gebirges und in ihren Rückwirkungen erkennbar an den Formen der Landschaft nicht minder wie an Flora und Fauna.

Das Rotliegende zeichnet sich in petrographischer Hinsicht durch grosse Einförmigkeit seines grösstenteils quarzitischen Materials aus. Der ganze mächtige Schichtenkomplex desselben besteht aus fein- und grobkörnigen Sandsteinen und Konglomeraten, welche durch zwischengelagerte Schiefertone von einander getrennt sind. Die letzteren sind von den Landesgeologen vorwiegend benutzt worden, um die wegen der Gleichartigkeit der Gesteine schwierige Gliederung durchzuführen, zumal auch die zahlreichen Einschlüsse verkieselten Holzes keine diesem Zwecke vollkommen genügende Anhaltspunkte bieten.

Im Gegensatz zum Rotliegenden setzt sich der Zechstein, dessen sämtliche Glieder hier typisch entwickelt sind, fast durchweg aus Kalk-Gesteinen zusammen, unter welchen die Gipse landschaftlich besonders hervortreten. Nur die unterste, höchstens 1,4 m errichtete Schicht, das Zechsteinkonglomerat, gleicht in petrographischer Hinsicht dem Rotliegenden.

Als besondere Abteilungen werden von unten herauf unterschieden: 1. Zechsteinkonglomerat. 2. Kupferschiefer, 3. Zechstein (im engeren Sinne), 4. älterer Gips bez. Aequivalente desselben, 5. Stinkschiefer bez. Dolomit, 6. jüngerer Gips, 7. Letten mit dolomitischen Kalken. Ausser rotem Sandstein - Gebirge (dem Rotliegenden) und dem Zechstein finden sich noch Granit und gneissartige Gesteine von sehr wechselnder Ausbildung in freilich nur

geringer Ausdehung am Nordrande des Gebirges. Aus Granit bestehen vor allem die meist waldlosen, abgerundeten Kuppen der Bärenköpfe, die unmittelbar am Nordfusse des Kyffhäuser-Berges, weithin sichtbar, sich erheben. Eine zweite, kleinere Partie tritt am Ausgange des Bornthales auf, zugleich in unmittelbarer Nachbarschaft derselben der Granitit (Biatit führender Granit). Westlich von dem Massengranit (Granit vorkomm.) zieht sich aus der Gegend des Bornthales bis zum Tannenberg-Thale eine schmale Gneisszone, welcher namentlich die Rothenburg und die Umgebung des Steinthales sowie die Kahnthäler angehören. Die Gesteine derselben, welche als flaserige, schieferige oder porphyrartige Gneisse ausgebildet sind, gehen durch Einlagerung von Hornblende allmählich in Hornblendegneisse und schliesslich selbst in Hornblendefels (besonders an der Rothenburg) über. Sie werden von zahlreichen, aber schwachen Granitgängen durchsetzt.

Von jüngeren Bildungen sind zunächst die namentlich den Nordfuss des Gebirges umsäumenden Anhäufungen einheimischen Schotters zu erwähnen, die sich in ihrem petrographischen Charakter in keinerlei Hinsicht wesentlich von dem des Rotliegenden unterscheiden, aus dessen Zertrümmerung sie hervorgegangen sind.

Auch eine wenig ausgedehnte Partie von Geschiebelehm mit Gesteinen nordischen Ursprungs findet sich an der südwestlichen Abdachung des Gebirges.

Weit wichtiger für die Vegetation ist das Auftreten des Löss. Derselbe bedeckt als ein kalkhaltiges Quarzsand (feinsandiges, toniges Material) von äusserst feiner gleichmässiger Ausbildung mantelartig besonders den Osthang des Gebirges, reicht aber auch stellenweise gegen den Kern des Gebirges hinauf und erlangt seine grösste Ausbildung hier, wie überall, an den Thalgehängen. Viel unbedeutender und kaum der Erwähnung wert sind die spärlichen alluvialen Anschwemmungen auf der Thalsohle der grösseren Thäler im Absatz des Gebirges".

Jei dar pridursime, jog kalnų pietų šonai, nukreiptieji Mažojo Viperio upės pusėn padengti gipsu, visai neturi miško, tuo tarpu kai kiti šonai ir plato yra apžėlę puikiais miškais, tai mūsų tikslams šių davinių ir pakaks. Apťamai, augalijos formacijų žvilksniu Kyffhäuzer'o kalnai labai įdomūs, nes ten galima rasti perėjimai, pradedant nuo gipsofilinių, „plikųjų" gipsinių kalnų augalijų ir baigiant žiauresniais šiaurės kalnų šonais, kai kada apžėlusiais spygliuotais medžiais. Mūsų tyrinėti ne visi Kyffhäuzer'o kalnai, bet ypač jųjų pietų pusės rajonas, kaipo labiau įdomus dirvos žvilksniu ir tiktai nuo pietų, šiaurės pusėn jis buvo visas perkirstas linija Rottleben-Sehl. Rathsfeld — Kyffhäuzer. Iš pat pradžių buvo manyta ištirti kalbamasis rajonas nurodytose Kyffhäuzer'o ribose, bet čionai dirvos susidarymo procesams sulyginti ir plačiau nušviesti jų vaizdui buvo dar prijungta viena dalis, būtent, toji, kuri randasi Rottleben'o pietų pusėj ir tuo būdu buvo perkir-

stas visas Maž. Viperio slėnys ir rajonas tarp *Seega* — *Günseroda*. Tos vietos įdomios tuo žvilgsniu, kad tame slėny ištisu rėžiu guli löss'as, o toliau į pietus eina smėlakmenio išsiveduliavimo produktai. Aplink *Seega* pasikelia pirmoji kalkinių kalnų eilė (iš žemutiniojo kiaukutinių kalkakmenių — „Muschelkalk"). Kadangi Kyffhäuzer'e grynų kalkinių plikumų labai maža, tai *Seega* rajonas turėjo papildyti tą trūkumą ir išaiškinti dirvos susidarymo procesą grynai ir negrynai kalkinėmis padermėmis.

Pereidami prie metereologinių kalbamo rajono duomenų, mes galime iš pradžios pasinaudoti Petry darbe nurodytomis santraukomis 1883 — 1887 m. m. penkmečiui [1]).

Vidutinės metinės temperatūros:
(Die mittlere Jahrestemperatur.)

	Franken-hausen.	Sanger-hausen.	Nordhau-sen.	Osterode.
Vietos aukštumas (Meereshöhe) .	130 m.	154 m.	215 m.	230 m.
1883 met. (Jahr) .	9,2° — C	8,4° — C	8,2° — C	8,1° — C
1884 „ „ .	9,8	9,0	8,7	8,9
1885 „ „ .	9,1	8,2	7,8	8,0
1886 „ „ .	9,4	9,0	8,1	8,1
1887 „ „ .	8,3	8,2	7,2	7,3
vidutiniškiai (Mittel)	9,2° — C	8,6	8,0	8,1

Vidutinės metinės temperatūros atžvilgiu *Frankenhausen*, kaipo esąs šiltame slėny ir pietų Kyffhäuser'o pašlaitėj, turi užvis aukščiausią temperatūrą (9, 2°C). Rodos, mes daug nepaklysim pasakę, jog pietiniams gipso kalnų šonams toji vidutinė temperatūra bus tipinga.

Aukštesnėms vietoms — iki 200 m. — reikėtų laikyti temperatūra vienu ar net ir daugiau laipsniu žemesne.

Smulkesnieji duomenys apie atmosferinių kritulių kiekį tiek *Frankenhauzen'ui*, tiek ir artimiausiems miestams yra pas Hellman'ą [2])

[1]) Už ilgesnį laikotarpį yra tik del Frankenhausen'o daviniai, bet kadangi jo ekspozicijos vieta del Kyffhäuzer'o netipinga, tai mes naudojames kitų artimesnių meteorologinių stočių daviniais.

[2]) Auszug aus Hallman. Die Niederschläge in den Norddeutschen Stromgebieten- B. II. 1906.

Atmosferinių kritulių kiekis *Frankenhausene* mėnesiais.
(Die monatlichen Niederschlagsmengen für Frankenhausen betragen).

	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	December
1882	5	11	30	40	32	62	176	41	83	34	66	49
1883	22	15	21	21	42	45	103	40	39	38	20	44
1884	40	15	20	34	32	72	61	84	28	66	28	55
1885	13	30	22	14	62	22	68	42	28	52	58	12
1886	29	11	29	47	49	103	56	65	12	25	38	46
1887	2	5	41	18	77	21	80	49	30	19	49	47
1888	19	32	63	43	27	43	40	54	35	71	32	7
1889	10	45	27	44	89	73	89	29	30	90	13	15

Metinis vidutinis kritulių kiekis *Frankenhausen'ui*.
(Die mittleren jährlichen Niederschlagsmengen für Frankenhausen sind daher):

1882 . . . 629 mm.
1883 . . . 450 „
1884 . . . 535 „ Vidutinė 8—metams 500,62 mm.
1885 . . . 423 „
1886 . . . 510 „ (Das 8 — jährige Mittel beträgt
1887 . . . 438 „ somit—500,62 mm.)
1888 . . . 466 „
1889 . . . 554 „

Meteorologiniai daviniai ārtimiausiems Kyffhäuser'o punktams atmosferinių kritulių atžvilgiu:
(Die mittleren Niederschlagshöhen für die dem Kyffhäuser am nächsten gelegenen Orte).

	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	Sept.	Oktober	Nov.	Decem.
Sondershausen für 1861 — 1890 (fürs Jahr 572,7 mm).	32,3	33,1	41,5	30,6	46,3	66,7	71,1	53,3	55,8	50,2	45,8	46,0
Badra für 1868 — 1879 (fürs Jahr 429,8 mm).	24,0	15,8	18,4	32,0	49,4	68,2	43,4	29,0	28,2	39,2	58,6	23,6

Metų vidutinė stotims:
(Das Jahresmittel beträgt für die Stationen):

	in den Jahren	
Frankenhausen . . .	1882 — 1889 . . .	500,62 mm.
Sondershausen . . .	1861 — 1890 . . .	552, 7 „
Badra	1868 — 1879 . . .	437, 4 „
Sangerhausen . . .	1886 — 1890 . . .	477, 0 „
Nordhausen	1886 — 1890 . . .	541, 4 „

Iš to matyti, kad Kyffhäuser'o rajonas turi nuo 400 iki 600 kritulių, vidutiniškai apie 500 mm. metinio kritulių apygardoj. Tie meteorologiniai daviniai nurodo kaip ir į kokį klimato kontinentališkumą, sausumą, del palyginamai nedidelio kritulių ir pakankamo šilumos kiekio, sudarančio patogias temperatūros sąlygas tai Vokiečių apygardai.

Dabar apibūdinsim kiek smulkiau tas geologines padermes, kurios po klimatinių faktorių turi svarbiausios reikšmės dirvos susidarymo procese.

Visų pirma paminėsim, kad beveik visos geologinės sistemos išeina į paviršių (lauk), todel ir jų nagrinėjimas galima pradėti nuo žemesniųjų skyrių.

Kristalines masines padermes čia reprezentuoja granitai, gneisai įvairiomis savo atmainomis ir porfirai. Granito išsivėduliavimo produktai buvo pastebėti apie Kyffhäuzer'o kalno griuvėsius (Burg Kyffhäuser) ir duoda paprastą rupiai trupininę medžiagą, kiek šviesesnę negu pati padermė. Šitoji medžiaga jau duoda dirvos, procesams kryptį podzolui (jauražemiui) gamintis. Bet dirvos, būdamos pakol dar stambiai skeletinėmis, yra dar tik formavimosi stadijoj, ir todel tuo tarpu galima tik pažymėti, kad podzolo susidarymo procesas yra mažai tepasireiškęs.

Ant gneiso guli konglomerato pavidale rausvos, rusvos spalvos suirimo produktas, turįs daug lauko špato.

Toliau į augštį eina Rotliegender formacija. Ji susideda, kaip rodo geologiniai žemėlapiai [1]), iš smėlakmenių, molinių slancų (ro_1) tipingojo daugėly atvėjų raudonos spalvos, smėlakmenio (ro_2), raudono arba rusvo smėlakmenio kartu su lauko špatu ir kaolinu (ro_3) ir, galop, tarpiniu porfirinio konglomerato gorizontu (ro_4). Raudonojo klodo. Rotliegend'o išėjimai į paviršių buvo mūsų pastebimi daugėly vietų—Hernkopf, Hornungs Swein, Schweinsdopf, aplink Rathsfeldą, Falkenburgo kalnuose ir kitur.

Jų išsivėduliavimo produktai sudaro daugiausia priemolinę medžiagą. Kadangi smėlio padermės greit suskyla ir suirsta, tai ant jų jau suspėjo susiformuoti zonalinio tipo dirvos (klimatische). Apie jas mes dar pakalbėsim sekančiame aprašyme.

[1]) Geognostisch bearbeitet in der nördlichen Hälfte durch E. Beyrich und Fr. Moest, in der südlichen durch A. Schlüter.
Geologische karte: Frankenhausen Blatt 4. u. Kelbra.

Sekantis cechšteino skyrius, turįs dar didesnės reikšmės gana dideliame Kyffhäuser'o dirvos sudarymo plote yra matomas visais jarusais. Kadangi cechšteininė formacija vietomis sudaro ištisus gipso ir kitų jūrinės kilmės nuogulų kalnus, o tai labai svarbu mūsų tyrinėjimams juo labiau, kad ant tų nuogulų susidaro ypatingos savotiškos dirvos, tai ties čia mes ir apsistosime.

„Kyffhäuser'o" cechšteinas susideda iš šių padalinimų:

1) Molis ir dolomitinė kalkės 2) Jaunasis gipsas	Viršutinis skyrius.
3, 4) Senasis gipsas, anhidritas, dvokiąs slancas, dolomitas.	Vidurinis skyrius.
5) Cechšteinas 6) Vario slancas (Kupferschiefer) 7) Cechšteininis konglomeratas (Cechsteinkonglomerat).	Žemutinis skyrius.

Žemutinis cechšteino skyrius turi tik pripuolamus išėjimus į žemės paviršių ir todel neduoda medžiagos dirvai gamintis. Dažnai pasitaikančiose akmens kasyklose nesunku pastebėti žemutiniojo skyriaus susiklostymo sluoksniai, kurie, aplamai imant, nesti perstori.

Bet už tai viduriniojo skyriaus formacija užima didesniąją pietų rajono dalį.

Visi iki viršunės kalnų pietų šonai, einą iki Maž. Viperio upės slėnio, padengti gipso su jį lidinčiomis padermėmis, o didelėj gilumoj turi anhidritą. Tų nuogulų storis labai didelis. Žiūrint, kur buvo sieros rūkšties kalcis: prie vandens ar be vandens, sveikame stovy susidarė iš jo arba gipsas arba anhidritas (pastarasis (anhidritas) daugiausia didelėj gilumoj). Todel nekartą teko tėmyti gilumoj nuoguluose anhidrito lizdai ir gipso klodai, nors anhidritas arčiau paviršiaus retai terandamas. Gipso padermės, randamos smulkiais klodais, — šviesios, melsvos ir nešvariai pilkos spalvos. Šviesūs rėžiai (dryžiai) eina pakaitomis su tamsiais. Paskutinieji susidaro iš plonai molinės, dolomitinės ir organinės medžiagos.

Nesuirusio plonarėžio anhidrito cheminis sąstatas, aukščiau minėtųjų geologų daviniais, yra toks:

SO_3	54,57 %
CaO	41,20 „
CO_2	2,60 „
MgO	0,37 „
$Si'O_3$	0,41 „
Fe_2O_3,Al_2O_3	0,25 „
K_2O,Na_2O	0,64 „
Bitumininių medžiagų (Bitumen)	0,02 „
Chloronatrio (Spuren)	pėdsakai
Iš viso	100,06 %

BIBLIOTEKA Gamtos Fakulteto

109133

Tuo būdu, kalciui, sieros rūksčiai ir augliarūkščiai tenka 98,37%, o kitiems elementams išviso tik 1,69%.

Analogiškoji anhidrito-gipso, šviesiai pilko atspalvio, bet jau turinti savo sąstate vandens, padermė duoda šiuos analizinius davinius:[1])

H_2O	5.61%
SO_3	50,26 „
CaO	39,17 „
CO_2	3,27 „
MgO	0,35 „
SiO_2	0,86 „
Fe_2O_3,Al_2O_3	0,48 „
K_2O,Na_2O	0,77 „
Bitumeninių medžiagų (Bitumen)	0,03 „
Cl pėdsakai	
Iš viso	100,80%

Ir šiuo atveju $CaSO_4$, $Ca,MgCo_3$ ir vandens tenka 98,66%, o kitiems, dirvai susidaryti reikalingiems elementams, iš viso tik 2,14%.

Be nurodyto gryno anhidrito ir gipso analizo davinių, tuose cituotuose darbuose randame kalkinėmis, dolomitinėmis medžiagomis turtingų padermių, turinčių nedidelį sieros rūkšties druskų kiekį.

Gipso vėdinimosi arba irimo produktų analizui sulyginti tolesniame aprašyme čia dedami ištisi minėtų geologų analizai.

(Lamelligporöses Gestein)		(Etwas dichter als das vorige und von blaugrauer Farbe)
SiO_2	30.97%	6.59 %
CaO	36.61	47.81
Co_2	27.82	38.86
Fe_2O_3,Al_2O_3	2.57	0.99
MgO	1.26	3.64
K_2O,Na_2O	1.13	1.47
SO_3	0.55	0.42
Cl	0.11	0.03
Bitumin. medžiagų (Bitumen)	pėdsakai	pėdsakai
	101.02%	99.81%

Antroji stambesnioji padermė yra beveik kalkinė. Pažymėtina tai, kad nė viename nurodytų padermių analize nerasta fosforo. Visos išvardytos padermės duoda originalią medžiagą dirvoms darytis, nes vieni elementų, pavyzdžiui, kalcis, pastebimi dideliame kieky, o kitų, nemažiau reikalingų augalams, būtent, fosforo terandama labai maža.

[1]) Geologische Karte: Frankenhausen Blatt 4 u. Kelbra.

Pereinant į viršutinį cechšteiną reikalinga pažymėti, kad jis paprastai guli ne ant vidurinio cechšteino, bet ant tarpinio dvokiančiojo slanco (Stinkschiefer) klodo.

Pastarasis aiškiai skyria senąjį gipsą nuo naujojo. Jo specifinis kvapas jam vėdinantis arba irstant visai dingsta. Keletas Kyffhäuser'o pietų kalnų nuolydžių padengti tipingomis dvokiančiojo slanco plokštėmis. Tos plokštelės storumo nuo 0,5 iki 5 cm. ir nebevienalytės, bet savo keliu sudėtos iš kelių p l o k š t e l i ų, sucementuotų tarpusavy kalkiniu ir mergeliniu padaru. To slanco plokštelę apliejus iš viršaus druskos rūkštimi, užvirimas esti ne toks smarkus, kaip kada būna šlapinant cementuojamąją medžiagą, kuri energiškiau užverda. Cheminiu atžvilgiu dvokiąs slancas turi didelį anglies rūkšties kalkių ir nedidelį priemaišų, bitumininių sulfato druskų ir kitų druskų kiekį. Duodame čia iš to paties darbo neišsivėduliavusio dvokiančio slanco analizą:

CaO	49.86
CO_2	38.63
Fe_2O_3, Al_2O_3	1.80
SiO_2	7.10
MgO	0.80
SO_3	0.59
K_2O, Na_2O	0.69
Bitumininių medžiagų (Bitumen)	0.36
Cl	0.04
	99.87

Išsivėduliuojant, matyti, sulfato druskos ir dalis anglies rūkšties atsiskiria, o likusioji dalis labai sunkiai vėduliuojasi. Tas patvarumas išsivėduliavimo žvilksniu pietinio Kyffhäuser'o rajone dvokiančiam slancui yra labai karakteringas. Todel kalnų šonuose, kurie remiasi į Maž. Viperio slėnį, tuose produktuose dirvos išsivėduliavimo procesai dar nesusiformavo, o toliau į šiaurę ant „plato" yra stambiojo skeleto padarai su silpnai tesusiformavusiomis dirvomis, priklausomai nuo to, didesnis ar mažesnis nepairusios medžiagos kiekis randasi podirvio padermėse.

Be to, reikia nepamiršti, kad senais laikais susidariusioji žemės paviršiaus pluta daug kartų nusiplaudavo, suirdavo, ir todėl ypačiai statumų vietose neišsivėduliavusios, pusiau pairusios padermės išeina žemės paviršiun.

Jaunasis aukštutiniojo (viršutiniojo) cehšteino formacijos skyriaus gipsas žymiai skiriasi savo struktūra ir sąstatu nuo senojo gipso. Jaunojo gipso išėjimai į paviršių, palyginamai, nedaug teužima ploto ir pastebimi netoli Frankenhauseno, Rotlebeno ir kai kuriose kitose vietose. Jų vėdinimosi produktai tokie pat, kaip ir viduriniojo skyriaus gipsui.

Viršutiniam cechšteinui priskiriamas dar ir molinės bei dolomitiniai kalkinės nuosėdos. Tos molinės nuosėdos nešvariai pilkšvos,

silpnai rausvos spalvos. Kalbamieji moliai yra lydimi dolomito, dolomito kalkių ir gipso. Atsižiūrint į tai, kiek molis turi dolomitinės padermės medžiagos, susidaro ir įvairūs daviniai dirvoms gamintis.

Triaso sistema pasirodo Bundsandstein'o kiaukutinių kalkių (Muschelkalk) ir keiperio (Keiper) skyriais.

Kyffhäuser'ui artimiausiose vietose margulio jo smėlakmenio formacija reprezentuojama žemutiniu, viduriniu ir viršutiniu sluoksniu.

Žemutinis marguojo smėlakmenio skyrius susidaro iš plonos smėlinės medžiagos, sucementuotos moline medžiaga. Kai kuriuose slėniuose dažnai jis iš viršaus padengtas aliuvijo nuosėdomis.

Vidurinis (Mittlerer Bundsandstein) skyrius, palyginamai su žemutiniuoju, charakterizuojamas stambesnės sudėties šviesaus atspalvio smėlakmeniu. Jis turi savy Chirotherium'o liekanų ir duoda stambesnių vėdinimosi produktų.

Galop, viršutinysis skyrius, Röth, susideda iš molinės arba molinio mergelinės medžiagos, ant kurios, priklausomai nuo kalkių kiekio, formuojasi silpnai karbonatinės arba tikrai karbonatinės dirvos.

Labai įdomus kalkių padermės dirvų genezio aiškinimas kiaukutinių kalkiu (Muschelkalk) formacijos pagalba.

Ji dalinama taip pat į tris skyrius: žemutinį, vidurinį ir viršutinį. Žemutinis skyrius savo režtu skirstosi į žemutinį klodą, vilniuotųjų kalkių (Wellenkalk) sudarytą, ir į viršutinįjį, turintį savyje putojančių arba verdančių kalkių (Schaumkalk). Žemutinysis kiaukutinis kalkakmenis, vadinamosios vilniuotosios kalkės, susidaro faktinai iš mergelinės medžiagos. Atskirais atvejais žemutinėse dalyse randame beveik grynų kalkių.

Viduriniojo Muschelkalk'o skyrius, turįs Myophoria orbicularis, susidaro iš dolomitinio arba mergelinio kalkakmenio vietomis šviesiai pilko, o vietomis ir gelsvo atspalvio. Jo struktūra plytinė (lamellen). Pagaliau viršutinysis skyrius pasiskirsto į trachitinius ir nuodosinius klodus. Pirmieji susidaro iš labai stipraus kalkakmenio, randamo kartu su puriomis anhidritinių grupių nuosėdomis. Jųjų storis nedidelis. Viršutiniojo skyriaus nuosėdos su Ammonites nodosus susidariusios iš kalkinių ir molinių klodų. Paskutiniuose randamos kalkės apskritų plokštelių pavydale. Suakmenėjimų tame jaruse pasitaiko žymiai daugiau (Ammonitis nodosus, Terebratula vulgaris, cykloides, rečiau Nautilus bidorsatus).

Mūsų tikslams nurodyti daviniai svarbesni tuo žvilksniu, kad visos paminėtosios padermės, kurias mes esame matę, rajone tarp Seega ir Günseroda galima padalyti į dvi grupi: į sunkiai pasiduodančią vėduliavimosi procesams ir lengviau tam procesui pasiduodančią. Geologai skundžiasi del pirmosios kiaukutinio kalkakmenio grupės, sakydami: „Die Gesteine... bilden einen tiefgründigen Ackerboden, welcher der Erkenntnis der Zusammensetzung dieser Gruppe vielfach hindernd engegentrift," ir atbulai trachitiniai

klodai išsiskirstydami plokštelėmis dengia savimi kalnų paviršių ir plato nesusiardydami. Bet reikia pasakyti, kad nors geologų ir buvo pažymėta, kad ant kalkakmenių, lengviau išsivėduliuojančių, esti tinkamų žemės ūkiui dirvų, bet mano paimtieji dirvos pavyzdžiai, padarius jų mechaniškąjį analizą, parodė, kad vis delto ir tos dirvos yra stambiojo skeleto dirvos ne tik apatiniuose gorizontuose, bet taip pat ir viršutiniuose.

Ant padermių, sunkiai tesivėduliuojančių, susiformavusių dirvų mūsų nebuvo pastebėta, tačiau tatai galima aiškinti ne išsivėduliavimo produktų stoka, bet pairusios medžiagos išplovimo procesais.

Pereidami į tretinę sistemą pažymėsim, kad jos padarai iš pietų pusės lyg ir apsupa Kyffhäuser'o kalnus. Geologai mano, kad tretinės gadynės laikais jau būta slėnio, kuris tais laikais buvo užverstas nuogulomis ir išsiplėtė vėliau kalnų pašlaitės pusėn, kame jau pasitaiko dolomitinių padermių nuotrupos esamos aukštutinėse kalnų dalyse.

Tos nuosėdos susidaro iš stambaus arba smulkesnio smėlio, o kai kada ir iš pasmėlio. Diluvialinės nuosėdos ištirtame rajone duoda medžiagą paviršutinėms sąnąšoms, ypačiai daubose ir Kyffhäuseriui gretimose; apylenkėse; jų nuolat pasitaiko gana didelio storumo tarp Rotlebeno ir Frankenhauseno.

Daug didesnės reikšmės ir didesnį plotą užima lėss'as (Löss). Jis tipingas (sausame stovy) savo gelsva spalva, smulkiomis molinio, priemolinio pavidalo dalelėmis. Lengvai pastebimi jame anglies rūkšties kalcio žirneliai. Su druskos rūkštimi jis greit užverda. Lėss'o susikaupimai daugiausia matomi slėnių pakraščiais. Aukštesnėmis slėnio terasomis lėss'as eina netaisyklingų rėžių forma. Pastebimas jis taip pat ir kalnų pašlaitėse. Buvo randamas taip pat kalnuose, — vadinasi, jo gali būti ir aukštesniuose punktuose. Lėss'ą galima labai greit palaikyti į jį panašiomis tos pačios spalvos ir mechaniškojo sąstato sąnašomis, kurios dažnai matomos Kyffhäuser'o kalnų pietų šone. Bet gerai tėmijant galima pastebėti, jog ten yra dar ir skeveldrų ir čia pat tik kiek aukščiau esamų padermių daugiausia gipso ir dvokiančiojo slanco nuotrupų. Tatai aiškiai rodo, jog toji lėss'o masė yra ne kas kita, kaip tik nuo kalno nuriedėjusių bei nuplautų įvairių medžiagų mišinys, kuris budamas tokios pat spalvos ir dar turėdamas kalkinių priemaišų, yra labai panašus į tikrą lėss'ą. Vokiečių literatūroj tasai lėss'as vadinamas kalnu lėss'u (Berglöss) ir skiriasi nuo slėnio lėss'o, neturinčio savy skeveldrų.

Suprantamas dalykas, kad tiek slėnio, tiek kalnų, tiek ir pats tikrasis lėss'as — visi jie pakloja labai gerą pamatą geriausioms rajono kviečių dirvoms. Galop, paskutinioji geologinio padaro grupė — aluvijus — išsiplėtusi visuose slėniuose; ji užpildo visas žemesnes vietas įvairiais moliniais, smėliniais, humininiais padarais — sąnašomis. Jos galėtų duoti labai įdomias dirvotyros

mokslui medžiagos, jei būtų užsilikusios naturalės. Bet šiais laikais jos atrodo nebenaturalės, o dirbtinos, gerai drenuotos, tręštos, purentos dirvos. Tiktai vietomis laukuose randamų augalinių formacijų liekanų dėka galima spręsti, kad čia kadaise būta net gana daug balinių ir pusiau balinių dirvų. Ištirtame rajone naturalinių, grynai ir tikrai balinių dirvų aš nebeužėjau.

Gipsinės dirvos.

Tyrinėjant dirvą daugiausia teko kreipti dėmėsio į naturalines, žmogaus rankų nepaliestas, dirvas, nes mano uždavinys buvo nustatyti ryšys tarp dirvos ir geologinės padermės iš vienos pusės, o iš kitos pusės išnagrinėti dirvos tipas, kaipo prigimtiniai—istoriškų duomenų produktas (klimato, augalijos, reljefo ir kitokių įtakų).

Bet tokios rūšies stebėjimas nepaliestose prigimtinėse vietose ne visur galima atlikti. Šiuo atžvilgiu ypatingai reti Kyffhäuser'o kalnai, apaugę mišku, esamu tokios urėdijos globoj, kuri neleidžia ten bandos ganyti. Prigimtinės augalinės formacijos tik vietomis pertraukiamus dirbtinai pasodintu mišku, o šiaurės dalyse matyti gerai užsilikusios prigimtinės augalinės formacijos. Išimtį sudaro pietiniai, be miško kalnų šonai, ant kurių gyvuliai ganomi, todel ten ir augalija žymiai praretinta. Taip antai, pavyzdžiui, mūsų herbaravimo laiku metėsi į akis daugybė aštrių, šiurkščių, gyvulių pašarui netinkamų žolių, kadangi maistingosios, ėdamosios žolės buvo jau sunaudotos arba avių sumindžiotos. Darant dirvos piūvius, mano buvo tuo pačių laiku užrašoma ir apylinkės augalija, bet, žinoma, ten, kur ganomi gyvuliai, tai toji augalija nebuvo nei turtinga, nei įvairi. Todel aš iš anksto pažymiu, kad mes negalime apibūdinti prigimtinių pusiau stepų pavidalo formacijų ir tiktai laikome geriau užsilikusiomis miško formacijas.

Tik metę akį į Kyffhäuser'o landšaftą iš pietų į šiaurę iš karto patirsime, jog esama dideliausio skirtumo tarp pietų šonų (nuolydžių), atkreiptų į M. Viperio upės slėnį, iš tolo atrodančių pilkai melsvais, kaip ir neturinčiais augalijos, palyginamai su sekančia kalnų eile, apžėlusia puikiausiais miškais. (Fot. 1 Nr.) Vakarų ir rytų gipso dengti kalnų šonai, o lygiai ir kai kurie plato taip pat apaugę gražia augalija. Bet kadangi ir ten ir čia dirvą gaminančioji formacija viena ir ta pati, būtent, gipsinė, o tik skirtingos sąlygos insoliacijai, tai jau tas vienas faktas verčia skirti gipse susidarančias dirvas, atsižiūrint į kalnų nuolydžių ekspozicijas.

Pradėsim nuo plikųjų pietų nuolydžių, kurie daugėly vietų gana statūs ir tik kai kur tenuolaidūs. Užvis stačiausi punktai prigulę mažiau ar daugiau išsivėduliavusio gipso. Nuolaidesnėse vietose gipsas besivėduliuodamas suskyla plokštelėmis. Toliau ant išsivėduliavimo produktų paviršiaus apsigyvena kai kurie augalai, iš jų reikia paminėti tipingai pasitaikantieji ant

stambiųjų išsivėduliavimo produktų, pavyzdžiui, augalai Ericaceae šeimos, o taip pat ir kai kurie gipsofiliniai. Iš randamų ant stambių gipso išsivėduliavimo produktų augalų paminėsim tik tuos, kurie pasisekė surinkti tokios išvaizdos, kad galima bent pažinti, k. a: Cirsium acaule, Scabiosa suaveolens, Calluna vulgaris, Cirsium eriophorum, Dactylis glomerata, Gipsophyla fastigiata, Thymus serpil., Helyanthemum fumana, Ononis spinosa, Origanum vulgare, Silene, Leontodon ir kai kurie kiti, nebekalbant jau apie samanas ir į jas panašius augalus.

Kiek nuolaidesnėse nedidelių daubų vietose augalija įvairesnė, čia be žolių yra dar ir krūmų: Crataegus oxyacantha (spr.),[1]) Rosa rubiginosa (sol), Viburnum lantana (sol). Iš žolių reikia paminėti augančios pagal dirvos profilį, be jau minėtų, sekančios:

Carlina acaulis (gr.)
Hypericum elegans (spr.)
Hyeracium pilosella L. (spr.)
Senecio crucifolius (spr.)
Dianthus caesius (sol)
Oxytropis pilosa (sol)
Saxifraga caesia (spr.)
Stipa pennata (gr.)
Erythrea linar. (sol)
Helianthenum fumana (sol)
Origanum vulgare (gr.)
Daucus carota (sol.)
Gentiana cruciata (spr.)
Lotus corniculatus (gr.)
Thymus chamaedrys (sol)
Silene Otites (spr.)
Asparagus officin. (sol)
Echium vulgare (sol)
Coronilla mont. (gr.) [2]).

Prie tos formacijos reikalinga dar pridėti ištisa šeimos Gramineae pavyzdžių eilė. Dirvos skrodis po tokiomis augalų formacijomis ant Falkenburgo rodo:

Gorizontas A_0 — žolėtas sluoksnis 2—5 cm.

A_1 — šviesiai pilkas, šaknų sistemos sukabintas 12 — 15 cm. storio, su išplautais gipso gabalėliais.

B — gipso išsivėduliavimo produktai (plokštelės ir grūdeliai) buvo randami arba šviesiai pilkšvos arba gelsvos spalvos.

C — Gipsas.

Iš tikrųjų tai čia tik pirmoji dirvos formavimosi stadija, kada vos tik pradeda reikštis pirmieji būsimos dirvos gorizontai.

Pereidami į nuolaidesnę vietą, į daubą ar, galop, į kalnų plato, nukreiptą į pietus, mes rasime aiškesnį vaizdą.

---

[1]) Aprašant augalų formacijas palyginamajam augalų kiekiui parodyti, mes naudojomės šiais pažymėjimais: cop.— daug, spr. — retai; gr.— grupėmis ir sol — pavieniui.

[2]) Surinkto gerbarijo augalų dalis buvo prof. Regelio ir jo asistento Kuprevičiaus patikrinta, už ką esu jiems labai dėkingas.

Falkenburgo dirvos profilis pietiniame nuolaidesniame šone, arti viršūnės:

Gor. A_0 — žolėtas sluoksnis su stambiai skeletine medžiaga, tamsiai pilkos spalvos, 5—6 cm. storio.

„ A_1 — Šviesesnės pilkos spalvos, sausas, o drėgnas tamsios, arba tamsiai rusvos spalvos, neaiškios struktūros, turįs savy tiek smulkaženio, tiek ir stambiosios skeletinės medžiagos. Storis 36 cm.

„ B — pilkai melsvos spalvos, turįs daug smulkios medžiagos 20 cm. storio.

„ C — sluoksniuotas gipsas.

Bandymai iš kalcio karbonatų angliarukštei atpalaiduoti silpnos druskinės rūkšties pagalba davė šiuos rezultatus:

Gor. A — pastebimas „užvirimas“,

„ B — stipresnis „užvirimas“,

„ C — neužverda.

Mano padarytasis rėčiais mechaninis analizas rodo:

Gor. A

Didesnių kaip 5 mm.	dalelių	0,98 %
> 2 „	„	1,89%
> 1 „	„	14,54 %
nuo 1 iki 0,002 m.m.	„	82,60 %
	„	100,01 %

Tuo būdu, smulkiajam smėliui (Feinsand,) molio (Grobton) ir dulkių (Feinton) tenka 82.60%, o kiti — stambiojo skeleto medžega.

Gor. B.

Dalelių didesnių kaip 5 mm.	— 0.804%
„ > „ 2 „	9.30
„ > „ 1 „	17.296
„ nuo 1 iki 0.002 mm.	72.60
	100.00

Lyginant su pirmuoju (A_1.) gorizontu paskutinysis (B) dar stambesnės medžiagos. Bet vis delto mechaniškas analizas parodo jame daug smulkių dalelių. Peržiūrinėjant tas daleles mikroskopu rasta, jog tos smulkiosios dalelės yra smulkiųjų grūdelių pavidalo, sudarytos iš molinių ir dumblinių trupinėlių. Tai parodo koaguliacijos procesų eigą.

Pereidami prie kitų nuolydžių, būtent, šiaurės, rytų, ir ypač vakarų pastebime, kad augalija žymiai gerėja ir galų gale užeiname puikią angaliją.

Pavyzdžiui, benagrinėjant gipso dirvas vakarų nuolydyje (Ochsenburg) rasta sekančių augalų vien tik 50 metrų plote:

1) Quercus (pedunculata?) (cop.)
2) Acer pseudoplatanus L (sol)
3) Tilia platiphyll. (spr)
4) Carpinus betulus L (spr.)
5) Populus tremula (sol)
6) Fraxinus excelsior (sol)
7) Fagus silvatica L (sol)
8) Prunus (spr)
9) Cornus sanguinea (sol)
10) Crataegus (sol)
11) Pirus communis (sol)
12) Sorbus aucaparia (sol)
13) Sonchus (gr)
14) Viburnum lantana (sol)
15) Lonicera xylosteum (sol)
16) Rubus (gr)
17) Hepatica triloba (spr.)
18) Plantago major (spr.)
19) Humulus lupulus L. (cop)

Cia dar reikalinga paminėti žolės, augančios gana plačiai nedideliuose miško pievokšniuose, nes po senu mišku susirenka didelis nukritusių lapų ir miško pakraikų klodas, kliudąs žolėms augti.

Dirvos skrodžiai parodė, jog tų nuolydžių dirvos maža kuo tesiskiria nuo aukščiau aprašytų gipsinių dirvų (Profilis 4, 3 Nr. Nr.). Žolėto sluoksnio vietoj esama 5 — 6 cm. storio miško pakraikų, apačioj jų eina humuso gorizontas; jojo storis svyruoja nuo 20 iki 30 cm., bet daubose jis vietomis gali siekti 50 cm. Jojo sąstatas nedaug kuo tesiskiria, jei bent tik dalelių smulkumu.

Iš vienos pusės koaguliacijos dėka, iš kitos pusės sukabinusios jį šakninės sistemos dėliai humuso sluoksniai įgauna trupininę bei smulkių žirnelių struktūrą. Kai kuriuose grioviuose, suskilimuose, plyšiuose buvo randami dideli humuso ištekliai. Tokio humuso pavyzdžiai, susidarę po liepinių-ąžuolinių formacijų (14 Nr. skrodinys Schweinskopfo kalne) buvo mano paimti

analizui humusui tirti. Analizas padarytas Gustavson'o būdu davė šiuos rezultatus:

Nuostolis kaitinat 30,03%
Humuso . . . . 15,26%.

Rytų nuolydžiai turi nors ir kiek mažiau įvairią augaliją, bet bendrai imant maža kuo tesiskiria nuo vakarų nuolydžių. Pravartu pabrėžti, kad del nedidelio Kyffhäuser'o kalnų augštumo negalima ten rasti didelio skirtumo, to skirtumo, kurį mes galime pastebėti Alpėse, Kaukaze, kur vakarų ir rytų nuolydžiai tiek botanikos, tiek dirvos žvilksniu labai skiriasi nuo kitų pašlaičių.

Ant Kyffhäuser'o, nedidelių nuolydžių dėka, o taip pat ir del geologinių padermių įvairumo augalinės formacijos taip susiburę ir susikimšę, jog sunku net jos suskirstyti. Kita vertus ir rytų nuolydžių dirvos beveik analoginės vakarų dirvoms.

Kai del šiaurės nuolydžių, tai ant jų, kaipo ant šaltesniųjų, auga eglės, pušys, maumedžiai (Larix europ.), drebulės ir beržai. Dirvos skrodžiai parodė, kad pačios per save paimtosios dirvos savo struktūra maža tesiskiria nuo kitų nuolydžių dirvų. Viena, ką mes galėjom pastebėti, tai jų didesnę drėgmę ir kai kada tamsesnę humuso gorizonto spalvą. Iš to seka, kad nors ąžuoliniai miškai ir daugiau duoda augalinių liekanų, bet del aukštos temperatūros jos greit supūna. Šiaurės nuolydžiuose del mažesnės temperatūros humuso puvimas esti lėtesnis.

Palikdami dabar augalijos ir gipsinių cechšteininių dirvų charakteristiką eisime prie jų cheminio sąstato. Kadangi dirvos susidarymui išspręsti reikia žinoti reakcija netik pačioms dirvoms, bet ir atskiriems jų gorizontams, tai tokia reakcija buvo mūsų daroma darbo metu lauke ar miške Kornber'o metode. Tatai darėme todel, kad, — kaip sakydavęs prof. Glinka, — laboratorijose, ypačiai pakeičiant medžiagą oriniu sausu stoviu reakcija gali pasikeisti. Kadangi gipso dirvos yra apaugę puikiausia augalija, tai negali būti nė kalbos apie maistingųjų medžiagų stoką bei apie žalingųjų druskų priemaišas. Pastarųjų reikėjo ieškoti pietų nuolydžių nemiškingose vietose juo labiau, kad jų dirvos savo struktūra maža tesiskiria nuo kitų miško nuolydžių dirvų. Dirvos tirpinys vandeny žalingoms druskoms parodyti davė:

Cl — pėdsakai
SO_3 — 0,03[1])

Kitų sudėtinųjų dirvos dalių analizas buvo daromas tirpinimo metode, 10% HCl (lyg. svoris — 1.05) užvis paslankesnių dirvos medžiagų kiekiui susekti, kaipo reikalingų jų judėsiui susekti vertikale kryptimi ir bendrai dirvos susidarymo procesui nustatyti. Smulkiam analizui buvo patekę dirvos 4 Nr. pavyzdžiai. Jos profilis buvo jau aukščiau aprašytas.

[1]) Visuose žemiau nurodytuose analizuose apskaičiavimai buvo daromi oriniai sausai dirvai.

Goriz. Reakcija	— A_1 Silpnai šarminė	— B. Šarminė *)	— C. (vėdinimosi produktai) Silpnai šarminė
Humuso	8.08%	2.27%	—
H_2O	5.55	2.48	—
Nuostoliai Kaitinant	14.09	5.94	17.16
Ištirpo 10% HCl rukštyje:			
SiO_2,TiO_2	0.18	0.16	0,37
Fe_2O_3,Al_2O_3	1.78	2.86	0,97
Mn_3O_4	0.07	0.01	—
CaO	14.35	25.99	36.41
MgO	0.89	1.61	0.91
K_2O,Na_2O	0.41	0.86	0.79
P_2O_5	0.05	0.06	—
SO_3	0.36	0.87	40.71
CO_2	10.59	26.55	3.69
Cl	pėdsakai	pėdsakai	pėdsakai
Išviso ištirpo	42.31	63.72	101.01
Neištirpo	57.81	36.37	0.37
Viso	100.12	100.09	101.38

Šiuose duomenyse visų pirma metasi į akis gorizonto A neturtingumas sulfatais ir chloru. Paskutinio pėdsakai nurodo į išplovimą iš dirvos chloro.

Tiktai gilesniuose dirvos gorizontuose sulfatų yra daugiau ir juo gilau, juo daugiau galima jų rasti. Ryšy su tuo labai charakteringas ir kalcio didėjimas viršutiniuose gorizontuose. Užvis didžiausius anglies rūkšties kalkių išteklius parodo gorizonto B analizas, o jei eisime žemyn, jie mažėja, kadangi gor. C angliarūkštės ištirpo tik 3,69%. Toliau pastebimas nežymus magnio padaugėjimas antrame gorizonte. Kai del humuso, tai reikia pasakyti, kad jo kiekis umai mažėja artinantis prie gipso išsivėduliavimo produktų. Dar reikalinga pažymėti, kad kalio ir natrio visuose gorizontose palyginamai nedaug.

Labai įdomus dalykas, kad viršutiniuose gorizontuose esama fosforo ir mangano, kurių tačiau, motininės padermės sąstate nepastebėta. Tuo būdu nustatomas šarminis gipsinių dirvų išsivėduliavimo tipas. Gipsas dirvos vandeny tirpsta, o kalkės jungiasi su angliarūkšte. Sulfatai, kaipo judresni, nusišarmino gilumos pusėn, o vietoj lieka karbonatai. Kalcio elementai, be to, sustiprina humusines dalis, todėl ir dirvos gauna tamsią spalvą turėdamos iki 8% humuso.

*) Gorizonto — B reakcija šarmingesnė (stipresnė) negu A_1 ir C.

Kai del fosforo ir mangano elementų, tai reikia pažymėti, kad jų gali pasidaryti dalinai iš medžiagų, įsiterpusių tarp gipso kiodų pilkšvai - gelsvų roželių pavidale, kadangi irstant ir tirpstant gipso klodams kalbomosios, įterptinės, medžiagos, nors jų ten tebutų tik pėdsakai, atsipalaiduoja. Antras būdas dirvai daugiau fosforo įgauti—augmenijos liekanos, kurių sudėty visuomet galima rasti netik fosforo, bet ir mangano. Taip pat dar jų dirva gauna iš smėlio ir dulkių, patenkančių į dirvos paviršių iš oro. Pagaliau druskėtai rūkščios ekstrakcijos (tirpinimo) duomenys negali parodyti tikrojo tirpstamųjų fosfatų kiekio, nes jie gali būti labai tampriai surišti su koloidalinėmis dirvos medžiagomis. Paskutiniuoju atveju dabartiniu laiku cheminės metodės negali susekti kurį nors fosforinės rūkšties kiekį. Naturalinėse gipsinių dirvų plikumose lengva iš akies pastebėti, kad šaknų sistema, ypač medžių, įsiskverbia į gipsą gana giliai — iki 3 metrų, o gal net ir giliau. Tačiau gipsinės ir anhidritinės nuosėdos augalams reikalingojo fosforo savo sąstate neturi arba teturi tik jo pėdsakus. Dabar savaime kyla klausimas, iš kur gi ne paviršutinės o giliai įsišaknojusios šaknų sistemos augalai gauna jiems reikalingąjį fosforą, nes motininėj padermėj jo nerasta. Tenka spėti, kad svarbiausiu čia fosforo šaltiniu yra drėgmė, prasiskverbianti pro šaknų takus, o antros eilės šaltinis — chemiškos sunkiai pastebimos priemaišos, kuriose esama gipso ir anhidrito. Tad, nepaprastas augalų sugebėjimas išgauti iš dirvos minimalinį maistingųjų medžiagų kiekį ir papildyti jį savo negyvomis liekanomis (augalų pūvenomis), matyti, yra daug didesnis, negu mūsų buvo manyta.

Tie faktai kai kuriuos mokslininkus privedė prie tos išvados, kad jie pradėjo neigti ceolitų gipotezę. Viljams'as [1]) rašo priešingai visiems tiems, kurie adsorbtyvinius padarus riša su koloidaliniais, būtent, jis tvirtina, kad negali būti ceolitinių mineralų grupių dirvoje, ypač labai smulkiame molinių elementų pavidale, nes tai prieštarauja visoms mūsų žinioms apie silikatų ir aliuminio silikatų santykį su medžiagos išsivėduliavimo agentais. Viljams'as tą įdomų dirvos gabumą papildyti sau kai kurių maisto medžiagų aiškina ne adsorbcija, o tuo, kad augalų išsiplėtimas ant motininės padermės yra tik ten, kur jos paviršutiniuose gorizontuose esama organinės medžiagos ir kur ji padengia peleninius elementus, įeinančius į konstitucinį ryšį su kalbamąja. Tie zoliniai humusinių padarų elementai pasiliks savo nusėdimo vietoj, t. y, dirvoj, iki tol, kol ten bus organinė medžiaga, kurios konstitucinę sudėtinę dalį sudaro sakytieji elementai. Tik pūvant organinei medžiagai jie gali nusišarminti.

Iš tikrųjų tą augalų gabumą lengviausia paaiškina viršutiniuose gorizontuose esamoji fosforo rūkštis tokiu žymiu kiekiu, kaip 0.05—0.06%. Bet, žinoma, mes negalime neigti ir to šaltinio, kuris dulkių ir smulkaus smėlio pavidale patenka dirvos paviršiun,

[1]) Prof. B. P. Viljams'as „Bendroji Žemdirbystė" Maskva 1920. (rusų kalba) 64, 66 puslapiai.

o paskui drėgmės ir kitų faktorių dėliai išsivėduliuodamas išskirs fosforą iš mineralinių dalelių, jei jose jo būta ir, pagaliau, nusišarmins dirvos gilumos kryptimi. Iš ten, ir bus naudojamas. Gi augalams besiplečiant, augalinių ir humusinių liekanų išteklių deka dirva iš tikro pagal Viljams'o teoriją pradės įgauti (peleninių) elementų ir tarp ko kita fosforo.

Grįžtant prie nustatymo gipsinių dirvų išsivėduliavimo tipo, reikalinga pažymėti ir cheminiai anglies rūkšties kalkių ir bendrai karbonatų duomeniai. Išnagrinėjus pirmą ir antrą humusinį gorizontą atrodo lyg antrasis turėtų daug kalcio. Bet kadangi jame yra daug anglies rūkšties, tai iš to išeina, kad antrame dirvos gorizonte išsiskiria ir renkasi $Ca\,CO_3$. Tuo metu, kai šarmų nušarminimas eina lengvai, sunkiai tirpstančio anglies rūkšties kalcio išplovimas atliekamas sunkiai. Šis prieštaravimas lengvai atkrinta imant dėmesin tai, kad mes čia turime ne kokią paprastą bet cheminiai sudėtą dirvą, iš kurios druskinė rūkštis ištraukia atatinkamą visų joje tarpių medžiagų kiekį tirpstamiems padarams. Gi kai kurios gipsinės dirvos labai daug turi kalcio, angliarūkštės ir organinių padarų, (paskutiniųjų tik viršutiniame gorizonte) ir palyginamai su jais visai mažą kitų elementų kiekį. Pavyzdžiui, nagrinėjamame analize gor. A, iš bendrojo tirpstamųjų medžiagų kiekio tenka 42,31% humusui, H_2O, CO_2 tenka 24.22% o mineraliniams padarams viso pro viso — 18.09%. Gorizonte — B iš bendrojo tirpstamųjų medžiagų kiekio, kuris lygus 63.72%, drėgmei, organinėms medžiagoms ir anglies rūkščiai tenka 31,30%, o mineraliniams padarams 32,42%. Todel tiksli dirvos susidarymo cheminių procesų eiga bus aiškesnė tik tuomet, kai bus padaryti tam tikri apskaičiavimai tik vienų mineralinių padarų sumai, išsiskiriant iš bendros sumos tuos sumažėjimus, kurių pasidaro kaitinant, ir angliarūkštę. Iš gorizonto C., t. y. gipso išsivėduliavimo produktų išskirsim nuostolį deginant, angliarūkštę ir netirpstamą titnago rūkštį, nes laike analizo gipsas ištirpo visai, išskyrus labai mažus neištirpusius likučius.

Padarę tuos apskaičiavimus gausim:

	Gor. — A_1.	B.	C.
SiO_2	0.99%	0.49%	0.47%
Fe_2O_3,Al_2O_3 . .	9.84	8.82	1.22
Mn_3O_4	0.38	0.03	nėra
CaO	79.32	80.16	45.63
MgO	4.92	4.96	1.14
K_2O,Na_2O	2.27	2.68	0.99
P_2O_5	0.28	0.19	—
SO_3	1.99	2.69	51.03
	99.99%	100.02%	100.48%

Jeigu tą patį apskaičiavimą padarysim, priskaitant CO_2 prie miniralinių dalių, tai gausim:

	Gor — A_1	B.	C.
SiO_2	0.63%	0.28%	0.46%
F_2O_3,Al_2O_3 . . .	6.20	5,02	1.16
Mn_3O_4	0.24	0.02	—
CaO	46.95	45.09	43.40
MgO	3.10	2.8	1.09
K_2O,Na_2O . . .	1.42	1.51	0.94
P_2O_5	0.18	0.11	—
SO_3	1.26	1.51	48.6
CO_2	37.05	43.76	4.47
	100.03%	100.10%	100.12%

Iš tų ar kitų davinių aišku, jog jokio žymaus anglies rūkšties kalcio susikaupimo gor. B nėra, nors jis, palyginant su gorizontu A ir C daugiau turįs CO_2. Taip pat gana aiškiai pastebima augalų įtaka į gorizontą. A., lyginant jį su kitais gorizontais. Jis turi daug tokių elementų, kurių nėra motininėj padermėj ir kurie jame susikaupę iš dalies ir augalų formacijoms padedant. Iš tikrųjų fosforo, mangano, geležies kiekis viršija jų kiekį žemiau esamuose dirvos sluoksniuose. Išnašų ir nušarminimo procesai tik silpnai tepasireiškia net ir tokioms judrioms medžiagoms, kaip antai kaliui, natriui ir sieros rūkščiai.

Įdomus didelis skirtumas tarp sieros rūkšties kiekių viršutiniame ir žemutiniame gorizonte. Matyti, drėgmė, prasiskverbdama per dirvą iki gipso ir turėdama savy daug angliarūkštės, o taip pat ir organinių rūkščių, labai stipriai jį veikia, paversdama kalcio sulfatus karbonatais. Gautieji tirpstamieji sulfatai nunešami, išplaunami į motinines padermes — gilyn. Retai randami šaltinių vandenys, bėgantieji iš gipsinių padermių, mėlynos, labai skaidrios spalvos ir turi gana daug sieros (pav. Barbarosos urvo vanduo.).

Susidariusieji vienmetaliai ir dvimetaliai karbonatai, matyti, veikia ir sustiprina organines medžiagas (Humussubstanz). Toliau mes pamatysim, kad kalkinynuose susidariusios dirvos neturi tokio gabumo humuso žvilksniu net tame pačiame Kyffhäuser'e. Nors aprašinėdami nagrinėjamąjį dirvos profilį mes nepažymėjome gorizonto C, kaipo sudarančio podirvio padėrmę, bet dabar turime paaiškinti, kad ji nevienalytė: gipso paviršiuj, o ypač jo plyšiuose, pagalios, duobėse buvo pastebimas gipso išsivėduliavimo produktas, kuris paviršutine išvaizda žymiai nuo jo skyrėsi. Jis nebuvo panašus į skaidrias gipso plokšteles ir turėjo baltų grūdelių miltelių išvaizdos. Toji grūdelių (trupinėlių) medžiaga ir yra pirmoji gipso išsivėduliavimo stadija. Analizui daryti buvo paimtas ne kietasis, nepairęs gipsas, o jau irstančiojo gipso milteliai. Sekančioj lentelėj

yra lyginami mano padaryto analizo išsivėduliavimo produkto daviniai su gipso - anhidritine paderme, turinčia 5,62% vandens.

Iš to palyginimo galima padaryti išvada apie cheminio išsivėduliavimo kryptį pirmoj padermės pairimo stadijoj.

Išsivėduliavimo produktai		Padermė.	
SO_3	40,71%	50,26%	
CaO	36,41	39,17	
CO_2	3,69	3,27	
MgO	0,91	0,35	
SiO_2 (netirpst.)	0,37	0,86	(iš viso tirpst. ir netirpst.)
Fe_2O_3, Al_2O_3	0,97	0,48	
K_2O,Na_2O	0,79	0,77	
H_2O	—	5,61	
P_2O_5	pėdsakai	—	
Organinių medžiagų(Bitumen)	—	0,03	
Nuostolis kaitinant	17,16	—	
Iš viso	101,01%	100,80 %	

Visų pirma metasi į akis žymus sieros rūkšties sumažėjimas (nykimas), palyginamai nedidelis kalcio sumažėjimas, o antra vertus procentinis magnio ir pusantrinių oksidų padidėjimas. Šarmų kiekis maža tesikeičia. Čia dar reikalinga paminėti, jog nei anhidritas, nei gipsas su silpnomis rūkštimis žymaus „užvirimo“ neduoda, tačiau, jo išsivėduliavimo produktuose menkas „užvirimas“ pastebimas. Didelis nuostolis kaitinant aiškiai parodo, kad įgauna daugiau cheminiai sujungto vandens. Greta baltų trupinėlių išsivėduliavimo produkto randami tokios pat sudėties, tik kitokių, būtent, gelsvai baltos, gelsvos, rusvos spalvos produktų. Baltame išsivėduliavimo produkte geležies labai maža, daugiau aliuminio, o geltonajame esama daug daugiau geležies. Jei mes išsivėduliavimo produktams analizuoti paimtumėm ne anhidritinę padermę, kuri turi 5,61% H_2O, o paprastąjį gipsą, tai negautumėm aiškių rezultatų, nes gipsas turi turėti 32,54% CaO, 47,51% SO_3 ir 20,95% vandens, tuo tarpu mūsų gipso išsivėduliavimo produktas turi 36,41% CaO, 40,71% SO_3 ir 17,16% nuostolio kaitinant, vadinasi paprastasis gipsas daugiau turėtų sieros rūkšties ir mažiau vandens.

Padarytasis gor. B, tirpstamų geležies ir aliuminio formų analizis iš kitos dirvos, esamos virš geltonojo išsivėduliavimo produkto, parodė, jog pusantrinių geležies oksidų kiekis gali siekti iki 2,71 %. Baigdami gipsinių dirvų aprašymą gipso įtakai dirvos susidarymui tirti ir norėdami sulyginti jas su kitomis analoginėmis dirvomis, bet esamomis kitose vietose ir kitokiose klimatinėse sąlygose, mes sutinkame kai kurių kliūčių: literatūroj mes radome tiktai bendrų nurodymų apie gipsines padermes

ir apie jų formuojamas dirvas, bet nepasitaikė mums rasti morfologinių ir ypačiai cheminių davinių. Europos dirvų literatūroj jųjų genezis neišaiškintas. Tą patį sako ir Glinka savo dirvotyros darbuose.

Gausi medžiaga geologiniams ir morfologiniams dirvų daviniams yra surinkta nesenai išleistame prof. Glinkos [1]) darbe „Rusijos ir gretimųjų šalių dirvos.“ Plačioj Europos ir Azijos Rusijos teritorijoj, ypač per paskutinijjį dešimtmetį iki karui buvo atliekami dirvos nagrinėjimai. Deja, del karo ir pagaliau revoliucinių įvykių daugėlio tyrinėtojų darbai nebuvo galutinai apdirbti. Tik dalį pirmųjų raštų teteko atspausdinti. Daug darbų buvo įduota Glinkai, aiškinusiam ir prižiūrėjusiam Rusijos dirvų nagrinėjimą. Tie darbai ir iki šiol dar nespauzdinami. Žinodamas apie tai iš patyrimo, kadangi ir mano darbai del tos pačios priežasties liko nespauzdinti, vis delto turiu pabrėžti, kad nebuvo galima padaryti dirvų cheminių analizų ir smulkiai apdirbti surinktoji medžiaga, todel ir Glinkos padarytoj santraukoj maža terandame cheminių davinių apie Rusijos dirvas. Tačiau, ištirtoj didelėj teritorijoj yra daug kalkinių ir gipsinių padermių išėjimų žemės paviršiun. Apie pastarųjų morfologiją nurodytajame darbe randame minint Tkačenko, nagrinėjusį gipsines dirvas šiaurinėj Rusijos miškų zonoj (Olonecko krašte).

Jis dirvos skrodinį aprašinėja taip: viršutinysis juodojo miško pakraikų sluoksnis 2 — 3 cm. storio, po juo nešvariai išakijusio gipso protarpis 2 — 4 cm. storio, toliau eina skylančio bei irstančio gipso gorizontas iki 20 cm. storumo, o po juo kietoji gipso padermė. Be to, tyrinėtojas Tkačenko pabrėžia, kad dažnai po miško pakraikais guli tamsiai rausvas (orango spalvos) smėlingas 6—8 cm. storumo sluoksnis. Miškas gipso dirvose daugiausia susidaro iš maumedžio (Larix). Tai vietai vidutinė metų temperatūra lygi 4°, metinis krituliu kiekis siekia apie 600 m. m., vadinasi, palyginant su gipsinėmis Kyffhäuser'o dirvomis, kalbamoji dirva yra daug šaltesnėse klimato sąlygose ir kiek didesniu atmosferinių kritulių kiekiu. Žemesnė temperatūra silpnina išsivėduliavimo procesą ir reikia manyti, kad tik del to ten nesusiformavo dirvos. Bet patiektieji daviniai vis delto įdomūs nes, visų pirma, nurodo viršutiniame sluoksnyje beveik juodos spalvos gorizontą, tuo tarpu kai pas mus intensyvaus organiškųjų medžiagų pūvimo metu gaudavosi jis tamsiai pilkos spalvos, o antra vertus, išsivėduliavimo produktai visai analogiški: vienu atveju byrąs gipsas (o pas mus miltingas gipsas); kitu atveju čia pat greta pasitaiko ir oranžinės spalvos sluoksnis — pas mus buvo gelsvos, gelsvai rausvos spalvos. Gipso padermių randame ir kitur (pav., Lietuvoj), kur buvo pastebėti tamsūs viršutiniai humuso gorizontai. Visa tai verčia spėti, jog žemesnės metinės temperatūros šalyse gipso padermių išsivėduliavimas eina tuo pačiu tipu, bet, matyti, nedaeina

[1]) K. D. Glinka. Rusijos ir gretimų šalių dirvos. Petrogradas. 1923 m. (rusų kalba).

iki tamsių, smulkiomis dalelėmis trupininių viršutinių gorizontų stadijos susidarymo, nors ir yra (bent Lietuvoj) viršutinis tamsusis humuso gorizontas.

Išnagrinėję cheminius ir morfologinius gipsinių dirvų davinius, grįšim dabar prie nebaigto klausimo apie gipsinių dirvų įtaką į augaliją ir bandysime išspręsti, kodel pietų šonuose miškas neauga, o kituose puikiausiai klesti. Šia proga pažymėsim, jog kitų kraštų lygiose vietose ne tik normaliniai auga miškas, bet net ir tokie geobotanikai, kaip Varming'as ir Šimper'as savo klasiniuose darbuose [1]) yra pastebėję net gipso įtaką į medžių rūšies augalus.

Kadangi cheminis analizas parodė, jog žalingų chloro ir sieros rūkšties druskų bent kiek žymesniu kiekiu pietų šonuose nėsama, tai šiuo žvilksniu klausimas išspręstas. Tyrinėtojų yra dar dažnai nurodomas žalingas sodos veikimas. Bet šiuo atveju nereikia manyti, kad jos daug esama, nes kalio ir natrio įvairiuose kalbamojo analizo gorizontuose išviso tik nuo 0,4 iki 0.8 %, vadinasi, sodai nedaug jų tetektų. Tie patys sodos kiekiai, kurių gali būti dirvoj, dažniausiai susidarydami kaipo laikini tarpiniai junginiai, humusiniams padarams beirstant ir besivėduliuojant nebespėja pakenkti, nes gipsinėse dirvose žymiai didesniame kieky esamieji sulfatai paralizuoją sodos veikimą.

Glinka nurodo, jog, esant dideliam chloro ir sieros rūkšties druskų kiekiui, soda negali veikti, nors jos ir daug būtų dirvoj. Net, sako jis toliau, iš dirvos, turinčios chloro ir sieros rūkšties druskų ir gana daug sodos, druskyno vis delto nesusidaro, o gaunasi menkai druskuota dirva (druskainė), nes didelis sakytų druskų kiekis paralizuojąs sodos veikimą. Tuo būdu nėra prasmės ieškoti nemiškingumo priežasties nepatogioj cheminėj dirvų sudėty. Bet kadangi augalai be tam tikro maistingų dalykų kiekio reikalauja dar ir atatinkamos drėgmės, tai šis svarbus faktas verčia mus labiau į visa tai įsigilinti. Gigroskopiškai ir kristalizuotai sujungtos drėgmės gorizontas-B išviso (maximum) turi tik 3,67%. Tos drėgmės augalams, be abejonės, maža. Žemesniuosiuose gorizontuose daugiau, bet jinai tampriai sujungta su gipsu. Laisvos drėgmės dirvoje taip pat nedaug; nors darbo metu ir būtų lietų, o vis delto 40—50 cm. gilumoj dirva visuomet buvo sausa.

Pietų šonai (nuolydžiai) gana statūs, ir todel bent kiek smarkesni krituliai daugiausia neužsilaiko ant jų ir patenka kalnų pašlaitėn. Be to, vėjai didina nuolydžių drėgmės išgaravimą.

Aukštos metinės temperatūros dėka ir del didesnio pietų šonų įkaitinimo vasaros metu jie daugiau nustos drėgmės. Dirvos vandens permaža, o požeminio grunto vandens veik visai nerandama, ir todel apie kokį drėgmės šaltinį, kuris galėtų van-

[1]) A. Schimper. Pflanzengeographie auf physiologischer Grundlage 1898. E. Warming. Lehrbuch der ökologischen Pflanzengeographie 1896.

denį pakelti aukštyn, negali būti nė kalbos. Pagalios ypatingai svarbu tai, jog kartu su gipsu guli ir anhidritas, kuris ypačiai gilesniuose sluoksniuose sugeria bet kokį drėgmės išteklį.

Bet tai dar ne visos išvardytos drėgmei nepatogios sąlygos, kurios bendroj jų sumoj gali iššaukti dirvoj didelę drėgmės stoką. Kai kuriuose pietų šonuose ne tik stačiuose, bet ir nuolaidžiuose su išsiplėtusiomis dirvomis, bent jau viršutiniuose jų gorizontuose vietinės miškų urėdijos sodina mišką. Sodina maumedį, eglę ir dviejų rūšių pušį, bet visos pasodos aiškiai pietų pusėn nukrypusiuose plotuose blogai atrodo, arba jau net visai pranykę. Tačiau ant tų pačių, tik į šiaurę nukrypusių dirvų, pasodos pasisekė. Tad ir atrodo, kad pasodų nenusisekimas daugumoj atvejų, kaip lygiai ir pietų nuolydžiuose, pareina nuo nepatogių dirvos drėgmės sąlygų. Veik visai analoginį reiškinį mes pastebėjome pietų Rusijoj, kur puikiausiame juodžemy neauga miškai, o pasodos arba pirmaisiais metais arba per 12 — 14 metų visai išdžiusta.

Tam klausimui išaiškinti dirbo ištisa mokslininkų eilė. Koržinsky, Tanfiliev'as[1]) Kravkov'as ir kiti manė, kad miškams kenkią žalingieji cheminiai junginiai ir taip vadinamasis „miręs dirvos gorizontas“. Paskutinysis sudaro gilesnį juodžemio gorizontą, į kurį susiplauna ir nusėda nušarminamosios iš viršutiniųjų gorizontų druskos. Jos, susirinkdamos tenai, nebegali daugiau išsiplauti į grunto vandenį, nes paskutinysis labai giliai. Kai kurių tyrinėtojų, ypač miškininko geognosto, Vysockio, darbai parodė, kad nepatogios drėgmei sąlygos ne tiktai giliuose dirvos gorizontuose, bet ir bendrai nepatogūs meteorologiniai duomenys, (oro sausumas, vėjas) sudaro netinkamą medžių kultūrai vietą, nors ir yra visi juodžemio derlingumo faktoriai. Visai kita padėtis šiaurės, rytų ir vakarų gipsinių kalnų nuolydžių, kuriuose drėgmę atimančių faktorių veikimas žymiai mažesnis. Del to apsigyveno ten ir medžių padermės augalai, o paskui užaugo jau miškai ir po jais atsirado miško pakraikai. Pozicija miškui augti vis stiprėja, nes senas miškas savo lapais vis toliau dengė žemę, vis labiau ją tuo būdu saugojo nuo išdžiuvimo bei išgaravimo. Tai buvo ir eksperimentais įrodyta. Tiesa, miškas daug atima drėgmės iš podirvio transpiracijos keliu ir todėl požeminių vandenų lygis po miškais žemesnis, negu atvirose vietose. Tai buvo įrodyta tam tikrais Ebermaier'io, Raman'o, Otockio[2]) ir kitų darbais. Bet vis delto reikia manyti, jog tosios dirvos transpiracijos būdu drėgmės mažiau nustoja, negu del ištisų drėgmei nepatogių faktorių, kurie veikia pietų nuolydžiuose. Nežiūrint drėgmės nuostolių, transpiracijos kelių padarytų, viršutinieji dirvų gorizontai Kyffhäuser'o miškuose yra drėgnesni, negu atvirose vietose.

Viršutinis drėgnasis gorizontas, pridengtas miško pakraikais, yra dregmės šaltinis, kuris gali ar tai plyšiais, ar tai gipsinių pa-

[1]) Tanfiliew. Waldgrenze in Südrussland. Verhandl. der Expedition des Forstdepartaments 1894,

[2]) Otockis. Požeminis (grunto) vanduo. I dalis, Petrogradas (rusų kalba.)

dermių šaknų sistema patekti gilyn, kondensuotis ir gali būti augalų sunaudotas. Tokios drėgmės atsargos negali būti pietų nuolydžiuose del nepatogių ekspozicijos, insoliacijos ir joms panašių sąlygų. Toks aiškinimas, žinoma, dar visko nepasako šiuo sunkiu klausimu. Beveik per šimtą metų daugelis mokslininkų rašė apie Kyffhäuser'o nemiškingumą, o mūsų cheminiais analizais stengiamasi tik arčiau prieiti prie to klausimo išsprendimo.

Pereisim dabar prie bendresnio klausimo — apie gipsinių dirvų įtaką augalijai. Išmetus kai kuriuos nepatogius dirvų duomenis del drėgmės stokos ir paėmus dirvas jų paprastoj padėty, o iš kitos pusės žinant cheminį sąstatą ir augalijos formacijos sudėtį nesunku prieiti prie šio klausimo, nors dirvų literatūroj ir yra nurodymų, kurie mus truputį klaidina. Agrikultūros chemijos ir dirvų literatūroj randame daug ką kalbant apie gipsinių dirvų derlingumą. Puchneris [1]) sako, jog „$CaSO_4.2H_2O$, kommt ausnahmsweise in einzelnen geologischen Formationen als bodenbildendes Gestein vor und tritt dann in grösseren Mengen als Bestandteil der in diesem Fall *sehr wenig* fruchtbaren Böden auf. In geringem Grade findet er sich aber wohl in jedem Boden, weil er auch bei der Zersetzung schwefelhaltiger organicher Stoffe und gleichzeitiger Gegenwart von Kalk entstehen kann. Als Sulfat bildet der Gips einen wichtigen Pflanzennährstoff. Ausserdem wirkt er zersetzend auf manche Bodenbestandteile und verwandelt das beim Abbau stickstoffhaltiger organischer Substanz im Boden entstehende Ammonium — karbonat in Ammonium — sulfat unter gleichzeitiger Abscheidung von Kalciumkarbonat". Kiti mokslininkai duoda dar labiau neigiamą vaizdą, tiesiog sakydami, jog gipsinės dirvos esančios visai sausos ir nederlingos (Gips — und Anhydritböden sind meist dürr und unfruchtbar) [2])

Apie įtaką ne gipsinių dirvų, o paties gipso į kultūras jau žinoma, kad dar senovėj gipsas buvo plačiai praktikuojamas kaipo trąša. Dabartinės moksliškos agranomijos kūrėjai Libich'as ir Thäer'is pabrėždavo gipso reikšmę, kaipo netiesioginiai veikiančią priemonę, būtent, saugojančią dirvą nuo azoto išnykimo. Bet gipsas svarbus ir kaipo tiesioginė trąša, nes turi savyj Ca ir — S. Dr. J. Zaks'as savo bandymuose, paskelbtuose dar 1859 met., parodė, [3]) kad gipsas mažina augalų transpiraciją ir tuo pačiu jau padedąs dirvai ekonomiškiau išnaudoti dirvos drėgmę. Net ir labai neidelis gipso kiekis ir tai jau reguliuoja dirvos drėgmės apyvartą. Tuo būdu, neatsižiūrint į mūsų nurodytą gipsinių dirvų sausumą, pasirodo, kad drėgmės mažėjimas ir transpiracijos kelius yra stabdomas.

[1]) Prof. Puchner. Bodenkunde für Landwirte.

[2]) Dr. Max. Passon. Kleines Landwörterbuch der Agrikulturchemie. 1910.

[3]) Dr. Julius Sachs. Bericht über die physiologische Tätigkeit an der Versuchsstation in Tharand. Landwirtschaftliche Versuchsstationen, Erster Band. 1910 Seite 203.

Pastaroji teorija Heiden'o buvo smulkiai išdirbta [1]) trąšų moksle. Vėliau Busseng'o, Pol—Vagner'io, E. Volf'o, Volni, Pišar'o ir kitų darbais buvo išaiškinta gipso reikšmė ir kitais žvilgsniais, k. a. sieros rūkšties dalyvavimas mainų reakcijose su carbo-amoniako, magnezijos ir net fosforo druskomis. Volni, nagrinėdamas gipso cheminį veikimą į tamsiai šarmines dirvas, nurodo, kad jis yra ne kas kita, kaip pasikeitimo reakcijos su natrio karbonatu ir kad dėka jų pranyksta gaižusis šarmų veikimas į augalus. Be to, del humusinių medžiagų nusėdimo dirvos vanduo darosi bespalvis .Tai, iš tikrųjų, buvo mūsų pastebėta Kyffhäuser'o kalnuose.

Nemažesnę reikšmę priduoda gipsui E. Volni [1]) fiziniai mechaninių dirvų davinių pasikeitimo žvilksniu, nes dirva darosi puri, trupininė. Baigdamas E. Volni prieina išvados, jog gipsas augalams daro gera. Be to, sieros rūkštis veikdama vandens silikatus, turinčius savyje kalio, padeda jiems atsiskirti. Kadangi sieros rūkšties dirva nesugeria, neabsorbuoja, tai ji kartu su dirvos tirpiniais gali išsiplauti. Šiaip cirkuliuojantis kalis sūlfato pavidale išnešamas į gilesnius dirvos gorizontus. Kultūrinių augalų bandymai parodė, jog augalai ilgomis šaknimis geriau reaguoja į gipso trąšas, kadangi sunaudoja išneštąjį iš viršutinio gorizonto kalį į poariamąjį sluoksnį [1]). Mūsų ištirtose gipso dirvose vienodas paskirstymas kalio ir natrio visuose gorizontuose visai atatinka nurodytiems daviniams, nes susidarantieji iš peleninių medžiagų šarmai, be abejonės, su sulfatais duoda druskas, kurios paskui pereina iš gor. A. į gor. B.

Ehrenberg'as kreipia ypatingo dėmesio [2]) į tai, kad šarmų išplovimas gilumon dažnai atsitinka ne tik koloidalinių medžiagų pavidale, bet ir mechanišku būdu, veikiant lietaus vandeniui, tik tomis sąlygomis, kada gruntinis (Grundwasser) vanduo yra giliai t. y., kada nušarminimas nepasiekia jo viršutiniojo gorizonto. Mūsų jau buvo nurodyta, jog tik to proceso dėka Kyffhauser'o augalija gali plėtotis. Iš tikro, viršutiniams dirvos gorizontams tiekiant bendrai iki 70 — 80 cm. storumo, šaknų sistema patenka į gipso padermę. Dirvai darantis, galima pastebėti, jog dirvoj yra humuso gorizonto 10—20 storio, tačiau, beržas, ąžuolas ir kiti medžiai puikiausiai ant gipso auga, nors patsai gipsas be viršutiniojo išsivėduliavimo proceso negalėtų duoti atinkamų maisto medžiagų. Mes esame tikri, kad niekas iš buvusių Kyffhauser'e nedrįstų pasakyti, kad ant gipso dirvų, išskyrus pietų kalnų nuolydžius, miškas nederėtų. Lieka dar išspręsti klausimas apie gipso geologinių nuosėdų įtaką į kultūrinius augalus. Dabartiniais laikais jau galime rasti kultūrinius pasėlius ant stambiojo

[1]) E. Heiden, Lehrbuch der Düngerlehre, II Auflage, Band 2, 1887 Seite 778.

[1]) Forschungen auf dem Gebiete der Agrikultur—Physik von Dr. E. Wollny. Sechszehnter Band 1893. Seite 165.

[1]) D. Prjanischnikow Die Düngerlehre, Berlin 1923.

[2]) Paul Ehrenberg. Die Bodenkolloide 1922 Seit 363.

gipsinių dirvų skeleto. Iš tokių pasėlių, tiesa, nedideliais sklypais mes esame matę bulvių, miežių, pupelių (šabelbonų) ir kai kurių kitų augalų. Kalbamų pasėlių dirva buvo toki stambi, kad net jos paviršiuj riogsojo daug gipso akmenų. Nors dirva vietomis ir nebuvo įtrešta, bet vis delto derliaus būta neblogo. Įsidėmėtina tai, kad kai kurios paminėtų kultūrų nedideliais sklypais pasitaikydavo net ir pietų nuolydžiuose, ir buvo pastebėta, jog viršutinio jo ariamojo dirvos gorizonto reakcija buvo aiškiai šarminė.

Tie faktai neleidžia sutikti su ta nuomone, kuri gipso dirvas laiko nederlingomis. Mūsų tyrinėjimais, daugelio augalinių formacijų žvilgsniu minėtos yra dirvos daugiau negu derlingos ir tik drėgmės stokos atvejais galima jos laikyti nederlingomis.

Dabar kyla klausimas, kuriam tipui reikia priskirti gipso dirvos ir kaip jos moksliškai pavadinti. Remiantis šarminiu išsiveduliavimo tipu atrodytų, kad dirvos klasifikacijos grupėse jų reikėtų ieškoti kaip tik ten, kur esama druskotų dirvų (Schwachsalzerde), bet gipso dirvose niekuomet nepastebiama sezoninio druskų susikaupimo. Cheminis analizas parodė, kad vandeny tirpstamų druskų palyginimai maža, ir todel analogijos su druskinėmis dirvomis nerandame.

Tokiu būdu remiantis, aukščiau išdėstytais nagrinėjimais, cheminiais ir geobotaniškais gipsinės dirvos daviniais galima apibūdinti, kaipo silpnos šarminės reakcijos išsiveduliavimo dirvos tipo, turinčios savyje žymų kalcio karbonato kiekį ir nemaža patvarios humuso formos. Humuso kiekis viršutiniame gorizonte siekia 15%; bet dažnai svyruoja nuo 7 iki 8%, todel ir šio gorizonto spalva tamsi arba beveik juoda. Taip pat svarbu pabrėžti šių dirvų viršutiniuose gorizontuose nežymus sulftatų ir dar mažesnį chloratų kiekis. Bet užtai nedidelėj gilumoj (nuo 50—80 cm.) esama sulfatinių padermių; per tat žemutinis dirvos gorizontas turi daug sieros rūkšties kalcio. Iš to galima daryti išvada, kad tų dirvų gorizontai yra karbonatų tipo analogai; nors apatiniai susidaro iš gipso išsivėduliavimo produktų. Turint galvoj karbonatų su gipsu ryšį ir pamenant, kad dirva formuojasi ant sulfatinio pagrindo, būtų tiksliau tos dirvos vadinti ne gipsinėmis, o gipso—karbonatinėmis dirvomis, nors tai ir nelabai gerai skamba. Kai del gipsinių dirvų įtakos į augalus, tai reikia pasakyti, kad drėgmės stokos atvejais, jos kai kuriuos algalus veikia neigiamai (ypačiai miškines formacijas) arba, bendrai sudaro nepatogias jiems augti sąlygas, ir atbulai, esant pakankamam drėgmės kiekiui sudaro substratą, ant kurio gerai dera įvairi augalija. Ergo gipsinės dirvos negalima laikyti nederlingomis, nes jos bus nederlingos tik tuomet kai drėgmės koeficientas bus mažesnis negu 50. Bet šiomis sąlygomis ir ant kai kurių kitų kalnų padermių nederlingos dirvos susidaro del perdaug didelio druskų susikaupimo, nors gipsinės dirvos ir minėtomis sąlygomis savo cheminiame sąstate nieko žalinga augalams savyje neturi, tik yra persausos. Gi visais kitais

atvejais, didėjant drėgmės koeficientui, gipsinės dirvos darosi derlingos, optimalinėmis sąlygomis duodančios ypatingai gerą vietą miško formacijoms augti.

Kalkių dirvos.

Visas kalkinių dirvų įvairumas Kyffhauser'o kalnuose priklauso nuo galimumo dirvą sudarančių padermių procesams. Bet prieš aprašant grynas kalkių dirvas, reikia ištirti ir pažymėti mišrias pareinančias nuo gipsinių į kalkių dirvas, turint galvoje, jog dirva susidaro veikiant gipsui kartu su kalkėmis. Dažniausiai tai pasitaiko, kada ant gipso klodų viršuj yra dvokiančiojo slanco padermių arba kada iš nunešamų nuo kalnų nuolydžio pašlaitėn įvairių padarų pasidaro gipsinės, kalkinės, mergelinės ir bendrai lösss'o pavidalo medžiagos.

Pietų nuolydžiuose, esant augalinei formacijai, kuri aplamai pasitaiko beveik visuose pietų nuolydžiuose, randami šie profiliai:

Gor. A_0 5 — 6 cm. velėna

„ A_1 — pilkas, truputį rusvas, drėgname stovyj tamsiai rusvas. Šaknų sistema, pereinanti per tąjį gorizontą, sudaro trupininę struktūrą, 30 cm. storio,

Gor. B. šviesesnis, su gipso gabaliukais ir baltų kalcio karbonato žirnelių pavidalo. Sluoksnio storis 28 cm.

Gor. C — smėlingas, priemolinis, gelsvos spalvos, dvokiančio slanco išsivėduliavimo produktas.

Visuose gorizontuose pastebimas šnypštimas su silpna druskos rūkštimi, bet gor. C. stipresnis šnypštimas. Visų gorizontų reakcija aiškiai šarminė. Mechaninis viršutiniojo gorizonto analizas, atskyrus akmeninę medžiagą, davė šiuos rezultatus:

Dalelių > 5 mm.	1,48 %
„ > 2 mm.	19,33 „
„ > 1 mm.	30,91 „
Nuo 1 mm. iki 0.002 mm.	48,37 „
	100,09 %

Tuo būdu, daugiau kaip 50% tenka stambiai medžiagai. Cheminis avalizas parodė, kad tas pats viršutinis gorizontas turi:

Humuso	7,62 %
Drėgmės	5,13 %
SO_3 (vandeny tirpstančios rūkšties)	1,34 %
Cl	0,014 %

Kai del kalkių, tai jų dirva sočiai turi, ką galima matyti iš staigaus šnypštiimo su silpna druskos rūkštimi ir taip pat iš baltų kalkių trupinėlių pasirodymo.

Kadangi be gipso dirvos susidarime čionai dalyvauja ir dvokiąs slancas, kurio sąstatan, kaip jau buvo aukščiau nurodyta, įeina iki 50% CaO, 0,04%—Cl ir 38,63% CO_2, tai iš to seka, kad šitos dirvos, priešingai gipsinėms, turi savyj žymų chloro kiekį. Kiek daugiau turi jos ir sulfatų. Tuo būdu šios dirvos panašios į jau nagrinėtą gipso karbonatinio tipo dirvas. Dirvos susidarymo procesas taip pat aiškus, nes ant motinės dvokančių slancų padermės, jiems besivėduliuojant, gaunanti medžiagos pradai dirvai formuotis, o virš jų nuo nuolydžio nusineša smulkių dalelių medžiaga ir susimaišo su jąja. Aukščiau guinčių gipso padermių nuobyros taip pat nuslenka žemyn ant susidariusios dirvos paviršio ir palieka jai kalkių ir sulfatų. Kalkės padeda humusui susikoncentruoti gipso dirvoms tipingu kiekiu. Kitoki artimoji karbonatinių dirvų tipui atmaina turi sekantį skrodį, padarytą pietų gipsinio nuolydžio pašlaitėj Ochsenburgo kalnuose. Stepų augalija buvo panaši į pietų nuolydžių formacijas.

Dirvos profilis Nr. 8,

Gor. A. — Veleninis sluoksnis pilkšvos spalvos, smulkiai trūpininės sudėties, su baltais kalcio karbonatų žirneliais. Sluoksnio storis 12 cm. Aiškus šnypštimas su HCl. Pasitaiko smulkūs kalnų padermių akmeniukai.

Gor. B. — Šviesesnis, pilkšvai gelsvos spalvos, pamolio sąstato, smulkiomis dalelėmis. Pasitaiko dvokiančiojo slanco ir gipso gabalėliai — 48 cm. storio. Pastebiamas smarkus šnypštimas.

Gor. C. — Smulkiomis dalelėmis, pilkšvos spalvos, su dideliu kalkių žirnelių (akelių) kiekiu 30—35 cm. storio. Su rukštim labai smarkiai putuoja. Kadangi šitas gorizontas humuso nudažytas pilka spalva, tai jis galima pavadinti antriniu humuso gorizontu. Taip pat turi savo sąstate neišsivėduliavusių kalnų padermių akmeniukų.

Gor. D. Geltona lõss'o pavidalo padermė (Berglöss), daugiau 3 m. storio, smarkiai putuoja su rūkštimis.

Užvis įdomiausias yra *antrinis humuso gorizontas*. Gipso dirvose tokių gorizontų nebuvo pastebėta. Padarytas mechaninis gor. B. ir C. analizas davė senančių rezultatų:

	Gor. — B	Gor. — C
Dalelių > 5 mm.	0,0	0,0%
„ > 2 mm.	0,4	2,2
„ > 1	5,0	17,50
— išviso stambaus — smėlio	5,4%	19,70%

Smulkių dalelių	medžiagos 94,6	80,30
	Išviso 100,00	100,00

Nors iš randamų viršutiniuose gorizantuose gipso ir dvokiančio slanco skeveldrų ir galima spėti apie dirvą sudarančios medžiagos atsiradymą, bet vis delto tas mechaninis analizas aiškiau nušviečia gorizontų sąstatą. Žemutinis gorizontas daug stambesnis, negu viršutinis. Tai rodo, kad viršutiniai dirvos sluoksniai labiau išsivėduliavo. Tų dirvų sudarymą galima įsivaizduoti kaipo nuolydžių nunešta medžiagą, kuri nusėdo ant löss'o. Iš tikrųjų, besikeliant į kalnus tenka pastebėti, kad jie visi sudaryti iš gipso ir vietomis iš dvokiančio slanco. Veikiant dabartiniams deluvialiniams kalnų procesams smulkių dalelių medžiaga nunešama žemyn, o taip pat ir mechaniniu būdu nukrinta, ir tuo būdu gipso ir slanco skeveldros susimaišo su smulkiomis dalelėmis. Tos skeveldros, apimtos molinių, smėlinių ir pasmėlio medžiagų toliau ira ir palieka viršutiniuose gorizontuose sulfatų junginius. Žemutinio humuso gorizonto klausimui išaiškinti buvo paimti gor. B, C ir D dirvos pavyzdžiai — humuso analizui. Iš žemutinės gor. B dalies buvo paimtas dirvos pavyzdys iš kiek aukštesnės vietos, negu antrinis humuso gorizontas, karbonatų kiekiui spręsti. Analizas parodė:

	Gor.	B.	C.	D.
Dregnumas esant 105°C		12,90%	8,29%	5,11%
Humuso		1,56	12,79	4,84
Ca 0		33,94	Nepatikrinta	
Mg 0		1,59	„	„
SO_3 (vand. tirpst.)		0,81	„	„

Kalkių kiekis gor. C ir D nepatikrintas, nes turi pastebimų baltų kalkių trupinėlių, kas savaime aišku, jog jų yra daug.

Kadangi antrinio humuso gorizonto atsiradimą galima apibūdinti, kaipo senovinės dirvos (iškasamos) liekanas, arba, kaipo šių laikų viršutinių gorizontų humuso išplovimo procesą (galima, prileisti tik sieros rūkščiai veikiant), tai ir buvo pritaikintas dirvos vandens tirpinys vandeny tirpstantiems sulfatams apibūdinti. Analizas parodė, kad sieros rukšties kiekis aiškiai didesnis, negu gipso dirvose. Leidžiant, kad antrinis humuso gorizontas yra ne kas kita kaip iškasama dirva, kuri buvo nunešta ir padengta antrine medžiaga, nuplauta nuo nuolydžio, ir kad ant paskutiniosios medžiagos dar susidarė nauja dirva, reikėtų pripažinti, kad senovinė (iškasamoji) dirva buvo tikras juodžemis arba pelkių dirva, nes tik jose ir tegalima rasti virš 12% humuso. Geologiniuose aprašymuose minima, kad slėnių pakraščiais labai daug būta löss'o nuosėdų, kuriuose ir galima tikėtis rasti panašių juod-

žemio liekanų. Bet ekskursijos metu nors mano ir buvo stengiamasi pastebėti antrinis humuso gorizontas, bet paskutinį, aš radau tik dar vienoj vietoj, bet ta vieta buvo kiek aukščiau kalnuose. Už tai mes kai kada buvo rasdavome giliai esamus organinių medžiagų nudažytus klodus, kurie, be abejonės, priklausė senesnėms geologinėms formacijoms.

Antra vertus daleisti ten balą, atsiradusią lėss'ui susidarius negalima, nes turėtų čia likti žemutinių pelkinių dirvos sluoksnių, bet tokių nebuvo pastebėta. Atbulai, iki 3 m. storumo lėss'as nebuvo vandeny, nes jisai ir dabar tebeturi tipinę struktūrą, spalvą. kalkių dėmes, šaknų pėdsakus ir t. t.

Dirvos literatūroj, ypačiai rūsų, yra daug nurodymų apie antrinių humusinių gorizontų buvimą. Glinka dažniausia sako, kad jie susidarę infiltracijos procesų dėka[1]). Ehrenberg'as[2]) nurodo jog kalkių druskos paviršutiniuose dirvos garizontuose iš dalies gali būti natrio pakeisti, tam dalykui geriausiai gali padėti lietūs. Lietų dėka gali ir toliau plauti dirvos gilumon. Perkratinėdamas T. Šlezing'o, Kosovič'io, Fadejev'o - Viljams'o darbus — Ehrenberg'as šį infiltracijos procesą taip aprašo:

„Den Einfluss sehr reinen Wassers, wie dies das Regenwasser in der Regel ja ist, auf das Bodengefüge hat nun Th. Schlössing d. A. bereits sehr deutlich feststellen und erklären können. Im Anschluss an seine Untersuchungen müssen wir uns vorstellen, dass der Regen zunächst die etwa in den oberen Bodenschichten vorhandene, mit Salzen, und zwar besonders mit unter dem Einfluss der Bodenkohlensäure gelöstem Kalk gesättigte Feuchtigkeit verdrängt und an ihre Stelle das salzarme Regenwasser treten lässt. Es wird auch direkt Kalziumkarbonat, das gleichfalls die Bodenkrümel zu festigen vermag in Lösuug gehen. Wenigstens kann nach P. Kossowitsch bei der Schlämmanalyse durch reichliche Wassermengen viel Kalk gelöst werden, der zum Teil die Krümel zusammengehalten hat. Bei Lössböden konnte so ein Verlust bis 14% durch das Verfahren der mechanischen Analyse nach Fadejeff - Williams verursacht werden. Gleichzeitig mit solcher Wirkung zerschlagen die Regentropfen die oberste Krümelschicht des Bodens. Denn die ausgeflockten Bodenkolloide, welche infolge ihrer Einordnung im Boden als Überzüge der anderen Teilchen leicht und schnell in dem salzarmen Wasser aufquellen müssen, verlieren bereits hierdurch einen Teil ihrer Klebkraft, genau wie dies ja jedem Klebemittel anderer Art ergehen würde. Weiter aber findet schneller oder langsamer, durch die Bewegung der Teilchen infolge des Aufschlagens der Tropfen begünstigt, eine Auswaschung der die Bodenkolloide z. B. den Kolloidton im koagulierten Zustande erhaltenden Salze, etwa der Kalksalze, statt".

[1]) Glinka K. Rusijos dirvos 1923.
[2]) Prof. Dr. Ehrenberg. Die Bodenkolloide 1922. Seit 175.

Kalbėdami apie mūsų nagrinėjamąją dirvą turime pabrėžti, kad ji turėdama daug sulfatų, taip tirpstamų, taip netirpstamų, be to dar turi ir žemės šarminių elementų. Deliuvialinė lössʼo pavidalo padermė besivėduliuojant praturtėja šarmų elementais. Pagalios, del nurodyto mechaninio sąstato jie lengvai įtraukia ir praleidžia per save drėgmę. Todel mes, iš tikro turėsim patogias nušarminimo procesams sąlygas.

Besifiltruojant humuso padarams ir veikiant atmosferiniams krituliams, surištas su organinėmis medžiagomis kalcis atsidalina (atskyla), o organiniai padarai nusėda vietoj.

Kostičevʼo buvo įrodyta, jog humuso išplovimas gali kartu eiti su kalciu, pereinančiu paskui į anglies rūkšties kalcį. Priimta laikyti, jog humuso judėjimo padidėjimas pastebimas tuomet, kai nuo jo atskyla kalkės. Humusas, nustojęs žymios kalcio dalies, greičiau pereina į zolinį stovį. Be to, kaip jau buvo Sakalausko konstatuota bandymo keliu, sugerių kalkių nuostoliai padidina smulkiųjų dumblinių dirvos dalelių kiekį.[1])

Paskui priduodama daug svarbos sodos veikimui. Ji išplauna iš dirvos puvenas arba, kaip sako Glinka, paverčia jas į koloidalinį „zolinį“ stovį. Šioks toks sodos dalyvavimas mūsų nagrinėtose dirvose galima daleisti, nors ir labai nedideliu mastu, nes lössʼinės padermės turi nedidelį judraus natrio junginių kiekį. Kita vertus, sodos veikimas reguliuojamas ir priklauso nuo sulfato kiekio. Be to, natris gali būti gaunamas organinių medžiagų mineralizacijos dėka. Toji aplinkybė, kad lössʼo dirvos aplamai, Kyffhäuserʼo rajone menkai humuso nudažytos, parodo, jog aukštos temperatūros ir 500 — 600 m. m. kritulių nuosėdų dėliai, humuso medžiagų pūvimas eina gana energingai, nors ir daug ten esama kalkių. Karbonato - lössʼo dirvose nepasitaiko tokių tamsių humuso gorizontų, kaip tatai visuomet mes rasdavome gipso dirvose.

Jei sulyginsime nagrinėjamąją šitos dirvos atmainą su kitu tipu, kuris charakteringas organinių medžiagų iš gor. B į sekantį gor. C išplovimu, (pav., druskų dirvose), tai mes gausim šiokią tokią analogiją: druskų dirvose tas išplovimas eina esant nemažesniam vandeny tirpstamų sulfatų kiekiui negu 1 %, o mūsų nagrinėtose dirvose randasi 0,81 %, t. y. kiek mažiau.

Tuo būdu, daugelis bandymų ir gamtos davinių sako, kad antriniai humusiniai gorizontai, gali susidaryti kaipo infiltracijos rezultatai. Bet yra ir neaiškumų, ypač del sodos reikšmės, kadangi nagrinėtose dirvose jos nedaug terasta. Del to proceso sudėtingumo laikyti jis iš anksto galutinai išspręstu negalima, kadangi jis reikalauja tam tikrų tyrinėjimų. Kitose zonose paskutiniais laikais taip pat dažnai randami antriniai humuso gorizontai, ir geognozijos literatūroj šitas klausimas įgauna bendrai moksliškos vertės.

[1]) K. Glinka. Rusijos ir gretimų šalių dirvos (rusų kalba). Petrogradas 1923. pusl. 39.

Mūsų išnagrinėtieji du dirvos pavyzdžiai ne nesurišti su motinine gipso paderme, bet jie turi visai kitą padermę ir tik erozijos dėka atsitiktinai gauna gipso skeveldrų. Todel tos dirvos reikėtų priskirti karbonatiniam dirvų tipui. Vokiečių literatūroj jas vadina kalnų lōss'o (Berglōss) dirvomis. Joms panašios dirvos dažnai randamos ir kitose zonose. Cituotame paskutiniajame Glinkos mokslo darbe yra panašūs dirvų aprašymai. Pav., geognostas Smirnov'as duoda tokį dirvos aprašymą

Gor. A_1 — Tamsios, melsvai pilkos spalvos, 23 cm. storio.
Gor. A_2 — Žymiai šviesesnis, beveik pilkas, skaldosi į stambesnius trupiningus gabalėlius, 43 cm. storio.
Gor. B — Margas, be tam tikros struktūros 37cm. storio
Gor. C — Gelsvais pamolis, juodomis dėmenimis, kur ėjo šaknys, putuoja su HCl.

Deja, Smirnov'as cheminio analizo neduoda ir todel tolimesnių palyginimų negalima padaryti.

Neminint kitų atsitikimų, kada karbonatinėms dirvoms primaišomas gipsas, nes jos nieko nauja neduoda, pereisim į grynai kalkių dirvas.

Z e e g a'i gretimas rajonas (iš pietų) gali būti išskirstas, kaipo susidedąs iš žemutiniojo kiaukutinių negrynų, sunkiai veduliuojančių kalkių. Nors susidarusios ant tos kalkinės padermės dirvos nepaprastai stambaus skeleto ir atrodo lyg jos būtų pirmojoj savo formavimosi stadijoj, bet neatsižiūrint į nuolydžius ir jų ekspozicijas, augalijos formacijos labai įvairios ir puikios. Tas faktas dar kartą pabrėžia, jog miško augalai ypatingai mėgsta kalkių dirvas.

Tiktai netoliese padarytojo dirvos skrodžio šiaurės vakarų nuolydy buvo rasti šie augalai:

1. Carpinus betulus (spr.)
2. Alnus autumnalis (sol.)
3. Acer campestre (sol.)
4. Acer pseudoplatanus (sol.)
5. Acer platanoides (sol.)
6. Rosa rubiginosa (spr.)
7. Rosa canina (sol)
8. Rubus — keletas rūšių.
9. Corylus avellona (cop.)
10. Plantago major (spr.)
11. Leontodon (sol.)
12. Galium silv. (sol.)
13. Lathyrus ver. (sol.)
14. Campanula trachelium (sol.)
15. Trifolium. (spr.)
16. Achillea millefolium (sol.)
17. Doctylis glom. (sol.)

18. Lusula pillosa (sol.)
19. Vicia silvatica (spr.)
20. Hypercicum montanum (gr.)
21. Lotus corniculatus (sol.)
22. Campanula trachelium (sol.)
23. „ glomerata (sol.)
24. Veronica officinalis (sol.)
25. Epilobium angustif. (gr.)
26. Hieraceum (gr.)
27. Fussilago farfora (sol.)
28. Asarum europaeum (spr.)
29. Viburnum lantana. (sol.)

Iš Gramineae šeimos buvo pažymėti Avena, Festuca, Bromus ir kitos rūšys.

Be to, ant labai akmeningų pietų nuolydžių buvo užregistruotos eglinės-pušinės formacijos.

Tam augalų įvairumui atatinka sekantis dirvos profilis:

Gor. A_0 — Veleninis, nestoras 4 cm. storio.

Gor. A_1 Pilkas, baltu atspalviu, su smėlakmenio plokštelėmis ir skeveldromis 22 cm. storio.

Gor. B. Gelsvas, akmeniuotas, 60 cm. storio.

Gor. C. Kiaukutinio kalkakmenio išsivėduliavimo produktai.

„Užvirimas" prasideda paviršiuj ir didėja dirvos gilumos ir motininės padermės kryptimi. Dirvos reakcija stipriai šarminė. Atrinktus stambiuosius akmenis (virš 5 mm.), rėčiais dirva lengvai susiskirstoma šiomis frakcijomis:

Dalelių didesnių kaip 5 mm.	3,39%
„ „ 2 mm.	11,90
„ „ 1 mm.	21,92
Iš viso stambiojo smėlio ir žvyrio	37,11
Dalelių nuo 1 iki 0,002 mm.	62,89
Iš viso	100,00%

Tuo būdu, paimtasis gor. A_1 pavyzdys pasirodė esąs stambaus skeleto. Sekantis gorizontas dar labiau akmeniuotas.

Padarytasis charakteringoms savo panašių sąstatų kalkių dirvoms cheminis analizas davė šių rezultatų:

	Gor. A.	Gor. B.
Drėgnumas — 105°C	3,68%	3,64%
Humuso	2,41	1,39
CaO	2,53	5,36
MgO	0,44	1,01
Cl	pėdsakai	pėdsakai

Smulkiojo padaro dirva (analizui buvo imtos mažesnės, negu 1 mm. frakcijos) turi nedidelį humuso ir kalkiniai - magnijo druskų kiekį. Tos dirvos tipas yra liesių stambiojo skeleto dirvų tipas ir ypačiai didelį kontrastą daro palyginant jį su gipsinėmis dirvomis, turinčiomis nuo 7 iki 8% humuso ir iki 35 ir daugiau kalkių nuošimčių.

Ant kalkinių padermių, kurių sąstatan įeina mergelio medžiaga ir kurie greičiau pasiduoda išsivėduliavimo procesams, humusinis horizontas kiek tamsesnis (šviesiai pilkas), bet nė karto nepasitaikė visai tamsių gorizontų. Apie juos mes dar pakalbėsim vėliau.

Gal ir būtų galima su tam tikru pastebėjimu padaryti išvada, kad susidedančios ant dvokančio slanco dirvos išplečia tamsesniuosius humuso gorizontus tais atvejais, kada jie galėjo ilgiau vėduliuotis, priešingu atveju jie duodą kiaukutiniam kalkakmeniui analoginius stambiojo skeleto padarus.

Augalų formacijos ant tų susidarančių dirvų menkesnės, negu ant gipsinių ir kalkinių dirvų. Stipraus išsivėduliavimo periodo dirva duoda tokį vaizdą:

Gor. A. — Šviesiai pilkas humuso gorizontas su kalnų padermės skeveldromis nuo 10 iki 20 cm. storio. Užverda su druskos rūkštimi.

Gor. B. — Šviesesnis, gelsvas su dideliu dvokiančio slanco plokščių kiekiu. Ant dvokiančio slanco plokštelių pastebimas baltas kalkinių druskų greimas, kuris smarkiai užverda su HCl. Tas gorizontas iš lengvo pereina į dvokiančio slanco išsivėduliavimo produktą.

Ant ploto, didesnio drėgnumo sąlygomis, išsiplėčia humuso gorizontas ir duoda tamsesnės spalvos humuso sluoksnį, sausame stovy pilkos spalvos, vidutiniai iki 30 cm. storiu. Tie dirvos tipai ypač išsiplatinę Thalleber Forst. Dvokančio slanco sąstatan įeina $CaCO_3$, $MgCO_3$, molis, šarmai ir kai kurios kitos medžiagos, pav., chloras, bet paskutinis labai nedideliame kieky. Ryšy su tuo sąstatu išsivėduliavimo produktuose karbonatų druskų kiekis didėja, o sulfatų mažėja. Bet jų, slancų, išsivėduliavimas eina labai iš lėto, todel ir ant žemės paviršiaus yra daug pilkos spalvos plokščių ir dvokiančio slanco kampuotų gabalėlių. Derlingesnės dirvos susidarė ant viršutinio cechšteino klodų molinio sąstato su dolomitų ir kalkių medžiagų priemaiša. Ypač metasi į akis cechšteininio konglomerato išsivėduliavimo produktai. Aplink Rathsfeld'ą konglomerato išsivėduliavimo produktai duoda geras dirvas, kuriose auga puikus buko miškas. Buko miško dirvos skrodis duoda sekantį vaizdą:

Gor. A_0.—Miško pakraikai — 4 cm. storio.

A_1 —Humuso gorizontas tamsiai rusvos spalvos. Purus, trupininės sudėties, 30 cm. storumo.

B. — Pereinamasis pilkesnės spalvos, su kalnų padermių akmenukais, storio nuo 30 iki 40 cm.

C. — Konglomerato išsivėduliavimo produktai.

Gor. B — Užvirimas aiškiai matomas, o gor. C labai smarkus. Dirvos reakcija (Kombero metode) šarminė. Tas skrodis suartina šį dirvos tipą su žinomomis dirvožemio literatūroj puvenų karbonatinėmis (Sehwarzkalkerden) dirvomis, kurios turi tamsų viršutinį gorizontą. Glinka duoda mums karbonatinių dirvų aprašymą, pažymėdamas morfologinius davinius šiuo būdu: [1])

Gor. A. — Paviršutinis pilkas, tamsiai pilkas, o kai kada beveik juodos spalvos gorizontas, turįs šiek tiek kalkių skeveldrų ir trupiniukų arba mergelio, o kai kada ir be skeveldrų. Storis 15 — 30 cm. ir daugiau.

Gor. B. — Menkai humuso nudažytas baltai pilkas, kai kada kiek rusvas gorizontas, turįs didelį motininės padermės skeveldrų kiekį.

Gor. C. — Skeveldrinė, molinė masė arba tiesiog skeveldrinės motininės padermės (kalkamenio arba mergelio) gorizontas.

Be to, Glinka nurodo, kad paviršutinis gorizontas juo pilkesnis, juo sausesnis. Tuo būdu, mes matome šiuo atveju ištisą nagrinėjamojo kalkių dirvų tipų analogiją su kitų sričių dirvomis.

Kiek kitokios kalkių dirvos, susidarančios iš lėss'o arba lėss'ui panašių padermių (Berglöss). Be to, tos dirvos yra maistingesnės ir augina puikias augalų formacijas. Greta su beržu (Betula verrucosa), maumedžiu (Larix europea) ir pušimi auga laukinė kriaušė, obelė (Pirus communis), agrastai (Ribes grossularia), labai įvairioj žolių apdangoj. Tokių dirvų profiliai, padaryti kalnų pašlaitėj, arba slėnių pakraščiais duoda sekanti skrodį:

Gor. A. — Pilkšvas humuso nudažytas, smulkiomis dalelėmis gorizontas, 30 cm. storio.

B + C. — Pereinamasis, gelsvai pilkšvos spalvos, iš lengvo pereinąs į lėss'ą geltonos padermės (C). B + C storis lygus 1 m. 20 cm. Pastebimi

[1]) K. Glinka. Dirvos mokslas. Petrogradas 1908 m. 517 pusl. (rusų kalba)

balti, trinant, angliarūkšties kalkių trupiniai ir lōss'ui tipingi šaknų keliai. Kalnų padermių skeveldrų nerasta. „Užvirimas“ aiškus.

D. — Pereinamasis rusvos spalvos, tankesnis gorizontas, 30 cm. storio.

E. — Cechšteininis konglomeratas, užverdąs su HCl, 1 metro storio.

F. — Porfiro pavidalo konglomeratas 2 metr. srorio.

Kitas skrodis, dar labiau išplėstu šiaurės nuolydy humuso gorizontu parodė:

Gor. A. — Tamsiai pilkas humuso, smulkiomis dalelėmis gorizontas ir kartu trupininės sudėties, 40 cm. storio.

B + C. — Tamsiai geltonos iš lengvo pereinąs į lōss'o padermę, turįs tiek viršutinėj, tiek žemutinėj pusėj angliarūkšties kalkių trupinėlių, 1 metr. storio. Pastebimi supūvusių šaknų keliai. „Užvirimas“ labai aiškus.

D. — Raudonas klodas (Rotliegender).

E. — Žvyrio sluoksnis, 20 cm. storio.

F. — Sluoksniuotas smėlakmenis 6 metr. storio.

Kadangi tuo skrodžiu yra geriausiai iš reikštas kalkių dirvos tipas, skirtingas analoginėms kitų vietų dirvoms, tai mano buvo paimti pavyzdžiai humusui, kalkems ir magniui apibūdinti.

Gauti šie rezultatai:

Dirvos reakcija (gor. A)	Šarminė
Nuostolis kaitinant	7.13 %
Drėgnumas — 105°C	4.37
Humuso	2.09
CaO	2.89
MgO	1.03

Iš to matyti, kad net aiškioj kalkių dirvoj humuso vis delto nedaug. Tą patį galima pasakyti ir del kalcio ir magnio oksidų. Kiek žemiau, dirvos gilumon, kalkiu daugėja. Antrinių humuso gorizontų kalbamuose skrodžiuose nebuvo rasta, tai turi ryšio su sulfatų stoka ir nedideliu humuso kiekiu. Gi augalijos formacija taip turtinga, kad iš viso ko galima spręsti apie didelio organinės medžiagos susikaupimą. Mes, manom, kad aukštos temperatūros, geros dirvos aeracijos ir trupininės sudėties dėka eina energingas humuso medžiagų pūvimas. Dar paminėsim vieną Frankenhausen'o slėnio pakrašty padarytą dirvos skrodį. Pereinamoji pievų stepų augalija.

Gor. A. — Šviesus, gelsvai rusvas humuso gorizontas, 25 cm. storio.

B. Gelsvos spalvos, smulkiomis dalelėmis lōss'o pavidalo gorizontas, iki 15 cm. storio.
C. Motininės išsivėduliavimo produktų padermės smėlio sąstato gorizontas.

Tas skrodis dar mažiau humuso nudažytas.

Remiantis tais dirvų skrodžiais tenka jos išskirti į atskirą menkai nudažytą ir maža humuso turinčią kalkinių dirvų grupę.

Viršutinis jų gorizontas, A_1, gelsvai pilkšvos spalvos, geltono atspalvio. Tuo būdu, kalkinių arba karbonatinių Kyffhäuser'o dirvų grupė reikalingi perskirti į dvi atmainas. Viena jų karakteringa tamsiaisiais humuso gorizontais, o kita šviesiaisiais. Tiek tose, tiek kitose dirvose pastebimas kalcio karbonatų iškritimas, išsikristalizavimas, pradedant nuo antro, B, gorizonto. Tos dirvos gali būti tiek stambiai skeletinės, jei susidarę ant sunkiai vėduliuojamų padermių, tiek smulkiomis dalelėmis ir visai išsivėduliavusiomis. Skirtumas, kuris tuojau metasi į akis, tai humuso gorizonto nudažymas pirmoj pagrupėj baltai, o antroji — tamsiai.

Ypatingą padėtį užima karbonatinės dirvos, susidariusios ant lōss'inių ir lōss'inio pavidalo padermių, nes tos dirvos savo smulkių dalelių sąstatu pasižymi silpnu humuso gorizontų nudažymu ir esant nedideliam humuso kiekiui.

Tuo būdu, ant Kyffhäuser'o, kuris turtingas įvairiomis kalkių turinčiomis padermėmis, mes turime labai įvairių perėjimų nuo tamsių spalvių, pereinant per pilkas ir rusvas, ir baigiant šviesiai geltonomis dirvomis. Tai, kas galima patėmyti perkertant ištisas dirvų zonas nuo šiaurės į pietus, pradedant nuo juodžemio zonos ir baigiant kaštaninėmis dirvomis ir pilkažemiu, — ant Kyffhäuser'o yra labai nedideliame plote ir tik tuo skirtumu, kad dirvų zonose kiekybinis skirtumas procentiniame kalkių kieky yra zonalinio klimatinio išsivėduliavimo tipo, o ant Kyffchäuser'o, esant tiems patiems klimatiniams daviniams, tai darosi del kalnų padermių įtakos ir iš dalies del drėgnumo.

Puchner'is daro labai įdomas išvadas apie dirvų nudažymo, ir mineralinio korbonatinių dirvų sąstato ryšį su augalinių liekanų pūvimo procesais. Todel ir cituojame žodis žodin:[1])

„Ferner kann wohl nicht angenommen werden, dass zwischen den pflanzlichen Überresten im Boden und seinen mineralischen Bestandteilen gar keine Wechselbeziehungen chemischer Art bestehen. Eingehendere Belege hierfür stehen zwar nicht zur Verfügung. Ein lehrreiches Beispiel von den Zusammenhängen zwischen den Eigenheiten der mineralischen Bodenzusammensetzung und der Humusbeschaffenheit liefert aber die häufig eigentümliche Ausbildung der organischen Überreste in Kalkböden. Auf Kalkböden treffen wir vielfach tiefschwarzgefärbte Humusstoffe an, deren völliger Abbau bei reichli-

1) H. Puchner. Bodenkunde für Landwirte.

chem Kalkgehalt scheinbar verzögert zu werden vermag. Kalkkarbonat verhindert die Bildung Kolloid aufquellender Humusstoffe und bedingt, wie angenommen werden kann, das Auftreten von kohlenstoffreicherem Humus. Diese Wirkung darf indes nicht verwechselt werden mit der stärkeren Humusanhäufung auf zufällig kalkreichen Böden in solchen Zonen, wo das Klima den Humusabbau verzögert und unterdrückt. Wie sehr das Klima auch in dieser wie jeder anderen bisher angeschnittenen Bodenfrage zu berücksichtigen bleibt, geht auch daraus hervor, dass in der südlich der Schwarzerdezone gelegenen Region der kastanienbraunen Böden, welche durchaus reich an Kalkkarbonat sind, schwarze Humusstoffe fehlen und ganz durch braungefärbte ersetzt sind. Die für weniger trockene Gebiete geltende Regel, dass in kalkhaltigen Böden dunkle schwarze Humusstoffe gebildet werden, gilt also für diese Trockengebiete wieder nicht.

So kommt es dass sogar auch unter sonst gleichen klimatischen und örtlichen Bedingungen einerseits humusarme, anderseits humusreiche Kalkböden auftreten können."

Paskutinioji išvada ypačiai gerai tinka Kyffhäuser'o kalkių dirvoms. Glinka priskirdamas pūvenų karbonatinių dirvas endodinamomorfiniam tipui nurodo, kad jų yra daug tiek pietų, tiek šiaurės Rusijoj ir ypač Lenkijoj.

Kai del morfologinių ir dirvą sudarančių kalkinių dirvų daviniu, tai Glinka charakterizuoja jas sekančiu būdu:

„Da die Bildung des Bodens auf weichen Kalken oder noch besser auf Mergelarten vor sich geht, zersetzen sich die organischen Reste infolge der starken Alkalinität des Mediums langsam. Aus diesem Grunde sammelt sich Humus im Boden in Form an Basen gesättigter Verbindungen. Die Humusanhäufung bewirkt, dass der grösste Teil der humosen Kalkböden im feuchten Zustande dunkel, zuweilen auch schwarz gefärbt ist.

Diese Erscheinung ist sehr augenfällig, denn die Rendzina — Böden lagern gewöhnlich in Regionen, in denen die äusseren Bodenbildungsbedingungen für die Humusanhäufung keine günstigen sind, nämlich in der podsoligen Zone.

Die kristallinischen und halbkristallinischen Kalksteine können, wie es scheint, wohl infolge geringer Beweglichkeit (Löslichkeit) des kristallinischen Kalziumkarbonates keine Rendsina bilden. Wenigstens bilden sich in den Gouvernements Irkutsk und Jenisseisk, wo auf weiten Flächen Böden aus kalkhaltigen Sandsteinen entstehen, die $CaCO_3$ in Form von Kalzit enthalten, keine Rendsina — Böden, und es wird zuweilen nur ein ganz deutlich entwickelter podsoliger Verwitterungstypus beobachtet.

Im ersten Bildungsstadium erscheinen die humosen Karbonatböden zuweilen deutlich skelettartig. Es werden an der Oberfläche des Bodens und in seinem oberflächigen Horizont Kalkstein - oder Mergeltrümmer beobachtet, aber mit der Tiefe werden sie immer häufiger, bis endlich der Übergang in den

lockeren und spaltenreichen Horizont des Muttergesteins stattfindet. In weiteren Bodenbildungstadien wird diese Trümmermenge geringer, die oberflächigen Horizonte werden feinerdig, enthalten entweder sehr wenig oder kein Kalziumkarbonat, und nur die tieferen Bodenhorizonte sind bunt von den darin enthaltenen Muttergesteinstrümmern.

Der verschiedenartige Bau kan aber auch durch andere Ursachen bedingt sein. Wenn wir uns z. B. zwei Regionen vorstellen, in denen die äusseren Bodenbildungsbedingungen gleich sind, aber zwei verschiedene Gesteinsarten verwittern, die kalkige, dichte einerseits, und die mergelige, lockere anderseits, so werden zwei verschiedene skelettartige Böden entstehen. Jener wird gröber, reicher an Muttergesteinstrümmern, weniger mächtig, denn der dichte Kalkstein verwittert langsamer, dieser feinerdig, trümmerärmer und mächtiger, denn die Verwitterung des lockeren Mergels geht energischer von statten."

Kalkių dirvos yra žinomos dar ir kalnuotose Kaukazo vietose — Kuznecov'o daviniais, ir Altajuj — Kellero tyrinėjimais. Iš senesnių tyrinėjimų užvis tiksliausiai geologiniu ir cheminiu žvilksniu atlikti Liudeke darbai. Jis ištyrė kalkių dirvas Getingeno apylinkėse [1]), kurių įvairiuose vidurinio triaso skyriaus kloduose tos dirvos ir yra susidarę. Iš nurodytų tame mokslo darbe analizų matyti, kad kalcio kiekis dirvoje svyruoja nuo 11,72% iki 0,53%.

Šių davinių mūsų tikslams užtenka įvairioms kitų zonų karbonatinių dirvų atmainoms su Kyffhäuser'o analoginėmis dirvomis sulyginti ir išvadai padaryti.

Paskirsčius visas kalkių Kyffhäuser'o dirvų atmainas į dvi grupes — 1) šviesiai ir 2) tamsiai nudažytas, lengva pastebėti, kad iš sunkiai vėduliuojamų padermių daugely atvėjų susidaro stambiai skeletinės, šviesios, maža humuso teturinčios dirvos. Humuso stoka, neatsižiūrint puikios lapuočių augalijos, kuri duoda užtektinai augalinių liekanų humusui susidaryti, ypač turint galvoj esamus ten kalcio kurbonatus, galima manyti, kad tat yra del aukštos metinės, siekiančios daugiau negu 12° C, temperatūros. Galimas dalykas, kad del drėgmės stokos tokiais temperatūros daviniais, stambiai skeletinėse dirvose eina smarkus organinių medžiagų pūvimas. Aukščiau nurodytais Glinkos daviniais paaiškėjo, kad juo šviesesnės kalkių dirvos, juo jos turi būti sausesnės. Pripažindami didelę drėgnumui svarbą, vis delto pabrėšim, kad iš dalies Kyffhäuser'e susidedančiose iš sunkiai vėduliojamų padermių dirvose humuso kiekio skirtumas nepriklauso nuo nuolydžio krypties, ypač Zeeg'os apylinkėse. Tačiau šiaurės nuolydžiai, kaipo drėgnesnieji, turėtų duoti tamsesnes dirvas, o tuo tarpu aiškaus skirtumo tarp pietų ir šiaurės nuolydžių nurodytuose rajonuose tiksliai pastebėti neteko. Todel tenka manyti, kad stambiojo skeleto kalkių dirvos nurodytomis drėgnumo ir metinės temperatūros

[1]) Lüdeke. Zeitschr. für Naturwissenschaft. B. 65, 1892, H. 4 u. 5.

sąlygomis Kyffhäuser'e humuso daug negamina, nors medžiagos jam susidaryti ir pakankamai yra, bet organinės liekanos dėl aukštos temperatūros išdega. Tiktai daubose ir slėnių pašlaitėse dirvos darosi kiek pilkesnės. Tų dirvų reakcija šarminė, augalija įvairi ir puiki, nors jos nėra dirvos tikrąja to žodžio prasme, o tik kalkakmenio išsivėduliavimo produktai.

Už ištisos pereinamųjų atmainų eilės, kitame gale rasim kitą tamsiai nudažytų pilkų dirvų grupę. Jos (dirvos) susidaro ant lengvai vėduliuojančių kalkių, turinčių padermių: cechsteininį konglomeratą, mergelį, mergelinį kalkakmenį ir kit.

Tos dirvos ant Kyffhäuser'o kalnų plato ir ant nuolaidžių, ypač šiaurės nuolydžių, daug labiau išsivėduliavusios, smulkiomis dalelėmis, ir drėgnos. Tais atvėjais tamsaus humuso gorizonto nudažymo pasirodymas tenka rišti su dirvos drėgnumo padidėjimu. Būdamos savo mechaniniu sąstatu labiau išsivėduliavusios ir todel susmulkėjusios, jos geriau sulaiko savyje drėgmę. Priešingai, stambiojo skeleto dirvoms tos atmainos stipriai veikia nuolydžio formą, jo statumą ir t. t. Šiuo atveju turi reikšmės mikroklimatiniai daviniai. Šiaurės, nors ir nedideliuose nuolydžiuose, išsiplečia tamsesnieji humaso gorizontai ir, be to, dar tie kalnų šonai, kaip ir kitose šalyse, drėgnesni. Rytų šonai veik prigula prie šiaurės nuolydžių, ir taip pat tamsiai-pilkais humuso gorizontais. Atbulai, pietų nuolydžiai pasižymi šviesesne viršutinių dirvos sluoksnių spalva. Prie jų artinasi vakarų nuolydžiai.

Nemažesnės svarbos turi ir mikroreliefas: nedideli įdubimai, daubos, žemumos priduoda daugiau drėgnumo, todel ir korbonatinės dirvos čia tamsesnės.

Reziumuojant galima pasakyti, jog Kyffhäuser'o klimatiniais daviniais kalkių dirvos, daugely atvėjų, ne tamsios, o gręčiau pilkšvos, žiūrint reliefo davinių, jos arba darosi šviesesnės arba tamsiau pilkos. Tų dirvų, turinčių savyje daugiau ar mažiau kalkių, veikimas, reikia skaityti labai naudingas augalams. Analogiškas, naudingas kalkių veikimas į miškų formacijas buvo minėtas nekartą daugelio botanikų ir geognostų ne tik Vokietijoj, bet ir kitose šalyse, pav. geriausieji Lenkijos miškai prisitaiko prie kalkių rajonų. Šiaurinė skroblų miškų riba siekia Lietuvos, kur jis baigiasi nedideliais rėžiais ir salomis, sutampančiais su WN ir SO kryptimi.

Prof. Matulionis, tyrinėdamas skroblų ir kitų lapuočių šiaurės ribą Lietuvoje davė man kai kurių dirvos pavyzdžių, kuriuose aš radau nuo 2 iki 5% kalkių. Tuo būdu atrodytų lig neatsižiūrint žiauresnio Lietuvos klimato palyginant su Lenkija, skroblų miškai giliai nuėjo į šiaurę.

Lang'as, apibendrindamas kalkių faktorių reikšmę, rašo: [1])

[1]) Lang R. Verwitterung und Bodenbildung als Einführung in die Bodenkunde. 1920. Seit 126.

„Die Alb hat bei ihrem rauhen Klima und der relativ hohen Feuchtigkeit nur der weiten Verbreitung des Kalkes auf ihr ihre Bedeutung als Ackerland zu verdanken. Was der Kalk als Nährstoff für den Ackerbau bedeutet, erkennt man, wenn man den Schwarzwald in Parallele stellt. Er reicht nur noch in einer Spitze in das Braunerdegebiet herein und verläuft sonst in der Schwarzerde und im Rohhumus. Da aber im Schwarzwald im Gegensatz zur Alb fast nirgends Kalk vorhanden ist, so ist hier der Ackerbau sehr viel weniger verbreitet und zumeist tritt Waldwirtschaft an Stelle des nur noch kärglich lohnenden Ackerbaus. Zumal in den reinen Rohhumusgebieten ist einigermassen ernährender Ackerbau nur noch mit dem auch auf sauren Böden fortkommenden Buchweizen zu betreiben“.

Be didelės kalkių reikšmės augaljai ji visur sudaro ypatingas dirvai susidaryti sąlygas.

Be šarminio išsivėduliavimo tipo, priklausančio nuo kalcio, paskutinis dar jungia humusą su juo ir gali sudaryti tamsios spalvos dirvas, panašias į lenkišką „rendziną“. Matyti, kad tamsioms kalkių dirvoms ir kalkpūveninėms dirvoms susidaryti, be angliarūkštės kalcio, reikalingos dar atatinkamos drėgnumo ir temperatūros sąlygos. Iš kalkių dirvų įvairių šalių palyginimo galima spėti, jog užvis patogiausiomis dirvai susidarytı sąlygomis yra vidutinė 4 — 6° C metinė temperatūra, esant 600—650 mm. metinių kritulių. Bet kadangi vidutinė Kyffhäuser'o metinė temperatūra siekia 8 — 9° C, esant 500 mm. metinių kritulių aštuoniems metams apskaičiuotų, tai del to karbonatinės dirvos yra šviesesnės ir artėja zonaliniam pilkažemiui.

Del paminėtos priežasties mes ir negalėjome pripažinti pūvenų karbonatinėmis (Schwarzkalkerden) dirvomis, kadangi daugely atvejų turi, palyginamai, labai nedaug humuso.

Bet jei kalkių dirvos susidaro iš sulfatų kalnų padermių (dvok. slanco, anhidrito, gipso ir kitų) išsivėduliavimo dėka ir turi nors nedidelį sulfatų kiekį bent nuo 0,8 iki 1%, tai dirvos vėl įgauna tipingą humuso gorizontą ir paviršutiniai maža tesiskiria nuo anksčiau aprašytų gipso dirvų.

Tuo būdu visos kalkių dirvų atmainos, susidarančios kalnų padermių stipraus veikimo dėka, ryšy su makro - ir mikroreliefo pakitėjimu iš vienos pusės ir mikroklimato (nuolydžiai, įdubimai, slėniai ir t. t.) svyravimu iš kitos, įgauna Kyffhäuser'e margą vaizdą. Todel ir tos dirvos atmainos, taip pat ir svyravimai ir pereinamosios formos sudaro margą karbonatų sulfatinį dirvų kompleksą.

Iki šiol mes kalbėjom išimtinai apie aklimatinių arba hipoklimatinių (endodinamomorfinių) dirvų tipus, bet del pilnesnio vaizdo pravartu būtų jos sulyginti su rubežiuojančiomis klimatinėmis arba zonalinėmis dirvomis. Paskutines Kyffhäuser'e tai pat parodytos stambiojo skeleto podzolo (jauražemio) dirvų kompleksu.

Kai kurie Kyffhäuser'o kalnų vietų podzolo (jauražemio) dirvų daviniai.

Tuose sklypuose, kur yra gneisinių padermių, raudonojo klodo, smėlakmenio, molinių slanciniu plikumų, molinių sąnašų, deliuvialinių ir aliuvialinių nuosėdų, bet neturinčių savy kalkių, pastebimas dirvos susidarymas o kai kur net ir gerai matyti jauražemio (podzolo) pusėn nukrypimas. Silpnai podzolinės besiformuojančios dirvos labai maža teturi maistingųjų medžiagų, todel ir augalų formacijos aiškiai skirtingos nuo augančiųjų kalkių dirvose; jose auga labiau šiaurės formacijos. Jos neturi įvairumo. Iš vyraujančių augalijos formacijų kreipia dėmesį eglės miškai su beržo ir drebulės priemaiša—pamolio dirvose ir pušų formacijos smėlingose vietose. Kai kur išsiplėtė lapuočių mišrios formacijos. Jų tarpe daugiausia yra beržų, drebulių ir kai kurių kitų medžių veislių. Ant kalnų plato labai išsiplėtusi žolių apdanga. Įdomu pabrėžti, kad kalnuose pievų-miškų lygumose labai plačiai auga parazitinis augalas — Cuskuta, padengusi žolę gelsvai baltu apdangalu.

Vietomis pasitaiko visai susiformavusių dirvų, kurios turi įvairesnę augaliją, rodančią, jog ten esama reikalingų maisto medžiagų.

Mechaninio sąstato atžvilgiu galima pabrėžti, kad ant sunkiai vėduliuojamų padermių susidaro stambiojo skeleto dirvos. Tarp ko kita reikia pasakyti, jog besivėduliuojant smėlakmenių slancams pasidaro silpnai nudažytasis viršutinis humuso gorizontas, už kurio eina balsganas, ne storas (10—15 cm.) podzolinis gorizontas, pereinąs į gelsvą, gelsvai rausvą gorizontą—„C". Paskutinysis yra akmeningas ir silpnai nudažytas geležies oksidais.

Atbulai, ant lengvai vėduliuojamų padermių arba iš molinio substrato susidaro smulkių skeletų, pamolio ir molinės kiek derlingesnės dirvos.

Kaipo pavyzdį nurodysim 9 N skrodį, pardarytą pietų—rytų kryptimi nuo Schl. Ratsfeld, davusį šiuos rezultatus:

Gor. A_0 — Velėninis sluoksnis, 3 cm. storio.
„ A_1 — silpnai humuso nudažytas, pilkšvai rausvos spalvos, smulkiomis dalelėmis, riešuto struktūros, 11 cm. storio.
„ B — balsganas, smulkiomis dalelėmis, aiškiai atsirubežiavęs, 15 — 18 cm. storio.
C — tamsiai geltonos, rausvos, nors kietojo ortšteino ir nematyti, bet už tai pusantrinių oksidų gana daug ten esama. „Užvirimo" su HCl nepastebėta.

Labai įdomi atskirų tos dirvos gorizontų reakcija: pasirodo, kad viršutiniai gorizontai A ir B turi silpnai rūkščią reakciją,

tačiau, žemutinis ortšteino gorizontas — C — turi neutralę reakciją. Reakcija tikrinama darbų vietoje. Reakcijos bandymai atskiriems podzolo dirvų gorizontams ir kitose Kyffhäuser'o vietose davė tuos pačius rezultatus, nors vieną kartą buvo gauta ir silpnai šarminė reakciją. Iš to buvo padaryta išvada, jog kalnų podzolinės dirvos, praleisdamos orą tiktai viršuttniuose savo gorizontuose, turi rūkščią reakciją, o apatiniuose—geros aeracijos dėka —eina oksidacijos ir neutralizacijos procesai, veikiant išplaunamoms iš viršaus druskoms (ypač šarminėms). Todel ir aišku, kodel oršteino gorizonto reakcija yra neutrali.

Daubose ir slėniuose yra dirvų to paties vėduliavimosi tipo, bet kiek tamsesniais humuso gorizontais. Bet ir čionai tipingai ir aiškiai išreikštų oršteino gorizontų mes nepastebėjom. Vadinasi, toji Kyffhäuser'o dirvų grupe turi būti priskirta silpnai podzolinių dirvų tipui ir kas svarbiausia, kad tų dirvų cheminių sąlygų reakcijos yra nepaprastos.

Geognozijos literatūroje iki šio laiko buvo pripažinta, lyg taisyklė, rūkštaus veduliavimo tipo buvimas visose podzolo dirvose. Raman'o[1]) buvo nustatyta, kad podzolo susidarymo procesas eina kreno rūkščiai veikiant, kuri gaunasi humusui pūvant. Išplautos iš gorizonto „B" medžiagos susikaupia ortšteino gorizonte, ir buvo manyta, kad jame yra kartu su oksidais ir oksidulatais.

Erenberg'as, nagrinėdamas šarminio tipo dirvų genezį, sulygina su juo podzolo dirvas ir pažymi:

„Die sich so unter Herrschaft alkalischer Reaktion bildende verhärtete Schicht — unser Ortstein entsteht im Gegensatz dazu bei durch Humussäuren hervorgerufener sauer Reaktion der Bodenflüssigkeit — bildet eine durchaus wasserdichte Sohle, die man gelegentlich zu Dränagezwecken durchbohrt."

Toliau Erenberg'as, kalbėdamas apie nušarminimo procesus, sako, kad lietaus vandeniui ir angliarukštei veikiant eina išplovimas kartu su kitomis medžiagomis ir kalkių[2]):

„Mit den Niederschlagswässern versink der von denselben als Kalziumkarbonat gelöste Kalk. Das Niederschlagswasser der warmen Jahreszeit wird dabei auf seinem Weg in die Tiefe immer stärker an kohlensaurem Kalk angereichert werden und diesen dann zumeist ungefähr in der Schicht, die es gewöhnlich noch zu erreichen pflegt, absetzen. Dabei ist nun nicht etwa gleich an Bildung von Kalkkonkretionen und verhärteten Schichten zu denken. Solche können ja allerdings unter Umständen durch Kalkauswaschung und Absatz desselben in tieferen Schichten auch, zumal in mehr ariden Gegenden, vorkommen, wie E. W. Hilgard nachwies".

Nors Erenbergas savo pastebėjime kreipia dėmesį į Glinkos nurodymą: „dass die sauere Beschaffenheit der wässrigen Auszüge

[1]) E. Ramann. Förstliche Bodenkunde u. Standortslehre, 1903.
[2]) P. Ehrenberg. Die Bodenkolloide, 1922, Seit 362.

des Bleichsandes mit der Tiefe abnehme, und dass die Säure nicht von der Anwesenheit freier oder halbgebundener Bikarbonat — Kohlensäure abhängt.“ [1])

Be to Ehrenbergas daleidžia, kad ortšteinui susidarant gali gautis tarpliniai neutraliai arba silpnai šarminiai junginiai:

„Wenn, wie oben erwähnt, die Bodenteilchen der tieferen Erdschichten vorher feine Kalkhüllen erhalten haben — oder aber auch, wenn man hiermit nicht rechnen will, durch Adsorption—, wird es dabei zunächt zur Umhüllung der Bodenteilchen mit Humussubstanz, Eisenhydroxydkolloid u. dgl. kommen, wie solche Hüllen bereits vielfach im Boden nachgewiesen sind. Th. Schlösing d. Ä. wies auch darauf hin, dass diese dann die Bodenteilchen aneinander kleben müssen. Hinzu treten wohl auch noch chemische Wirkungen der neutral oder durch hydrolytische Spaltung des Karbonats schwach alkalisch werdenden Bodenlösung. Endlich müssen die sich zunächst mehr oder weniger gallertartig ausscheidenden Kolloide wie ein Filter auf hinabsinkende Bodenbestandteile wirken und daraus feste Teilchen, wie auch kolloid und kristalloid gelöste Stoffe festhalten, zunächst vielleicht mehr oder weniger rein adsorptiv, dann wohl auch vielfach chemisch.“ [3])

Tokie bendrais bruožais naujieji daviniai apie ortšteino cheminę sudetį.

Be to, reikia dar pabrėžti, kad remdamasis Socharov'o darbu — Glinka nurodo[2]), jog jo nagrinėtose padzolo dirvose rūkštumas atrodo šitaip:

	Gor. A.	B.	C.
In. gr. NaOH ausgedrückte Acidität —	0.0064	0.0033	0.0017

Tuo būdu, pasirodė, kad juo giliau, juo labiau rūkštumas mažėja ir ypač svarbu tai, kad ortšteino gorizonte jis labai silpnas.

Be to, Glinka duoda ir dar tokį nurodymą: Es ist bemerkenswert, dass die Gleihorizonte des früher beschriebenen Podsolbodens basisch reagieren; wir werden auf diese Erscheinung noch bei der Charakteristik der Moorböden zurückkommen“.

Tuo būdu, drėgnose podzolo dirvose rastas šarminės reakcijos gorizontas. Tą pačią reakciją Glinka aprašo veikale „Böden von übermässiger Befeuchtung“, kaipo esama pusiau pelkių ir pelkių dirvose, kurios artimos yra podzolinėms dirvoms.

Tuo tarpu pusiau balų ir balinės dirvos prieš Glinkos tyrinėjimus buvo laikomos rūkščiomis dirvomis. Jau pirmame „Dirvožemio mokslo“ leidiny jis nurodė šarminę kai kurių pelkių dirvų reakciją (tik ne durpinių).

---

[1]) K. Glinka. Die Typen der Bodenbildung. 1914, Seit 89.
[2]) K. Glinka Rusijos dirvos. 1923 m. 36 pusl.
[3]) P. Ehrenberg, Die Bodenkolloide, S. 399.

Pagalios, paskutiniame Glinkos mokslo darbe „Rusijos dirvos“ mes randame pievų-podzolinių dirvų aprašymą, kur jos turi tamsų humuso gorizontą, ir, priešingai miško podzolinėms dirvoms, jų vandeninė dirvos ekstrakcija yra silpnai šarminės reakcijos. Remiantis jau sakytais daviniais galima buvo abejoti del esamos nuomonės, jog visos podzolinės dirvos turi visuose gorizontuose rūkščią reakciją.

Podzolinės Kyffhäuser'o dirvos parodė, kad tiktai viršutiniai gorizontai yra rūkščios reakcijos, o ortšteino gorizontas — neutralės reakcijos.

Ortšteino gorizontas, matyti, gali duoti ir silpnai šarminę reakciją, jeigu jame yra žymus žemės šarmų bazių kiekis. Bet kadangi podzolinės dirvos Kyffhäuser'o kalnuose, kaipo kalnų dirvos, yra stambiojo skeleto, ir todel galima aiškinti, kad neutralė arba silpnai šarminė ortšteino gorizonte reakcija atsiranda tiktai geros aeracijos sąlygų dėka, tai mano buvo padaryti, daug toliau į šiaurę, Saksonijoj, reakcijų nuostatai, atskirais gorizontais, ta pačia Komber'io metode, darant dirvos skrodžius. Tiems tyrinėjimams rajonas buvo išrinktas Dölau urėdijoj, netoli Halle an. d. S., kur ypatingai daug pušinių ir ąžuolinių miškų.

Dirvą sudarančios padermės — slanciniai smėlakmeniai ir porfirinės padermės, duodančios besivėduliuojant smėlines dirvas.

Toj urėdijoj dar geriau išreikštas podzolą sudaras procesas ir aiškiai pastebimas ortšteino gorizontas, kuriame galima matyti kieti ortšteino lizdai ir žirneliai.

Tos dirvos reakcija atskirais gorizontais davė šiuos rezultatus:

Gor. A — humusinis — silpnai rūkščios reakcijos
„ B — podzolinis (Asche)—silpnai rūkščios reakcijos.
„ C — ortšteino — neutralės „

Kadangi tos dirvos buvo visai susiformavusios ir ne stambaus skeleto, tai galima būtų padaryti išvada, kad smėlingos podzolinio tipo dirvos tik viršutiniuose gorizontuose turi rūkščią reakciją, o tame sluoksny, į kurį plaunamos nuo viršaus medžiagos, — reakcija neutralė. Gaila tik, kad mums nepasitaikė stambių molinių dirvų ir todel ta dirvų grupė, turinti blogą aeraciją, tenka dar papildomai ištirti kitose šalyse ir kitais klimatiniais faktoriais žemutinio gorizonto reakcijai nustatyti. A priori galima leisti, kad ir juose vis delto jei ir yra rūkšti ortšteino gorizonto reakcija, tai ji žymiai silpnesnė palyginant su viršutiniais gorizontais.

Iš tikrųjų, išplaunamieji iš viršaus ir patekę žemyn — ten, ortšteino gorizonte, sukaupia šarminius ir žemės šarminius elementus (Ca, Mg, Na, K), geležies ir aliuminio hidratus. Visi tie junginiai būtinai turi neutralizuoti ir tuo būdu susilpninti gorizonto rūkštumą.

Remiantis tais stebėjimais ir teoriniais daviniais, mes galėtumėm padaryti išvadą, jog aiškiai podzolinėse ir silpnai pod-

zolinėse dirvose žemės gilumos pusėn ne tik mažėja rūkštumas, bet ir daugely atvejų ortšteino (traidažemio) gorizonte pastebima neutralė reakcija, ir tik kai kada galima buvo konstatuoti silpnai šarminė reakcija, ypač esant pakankamam kalcio kiekiui.

Kitais žvilgsniais podzoluotos ir podzolo Kyffhäuzer'o dirvos niekuo nesiskiria nuo bendrai nnstatytų podzoluotų, zonalinių dirvų tipų.

Lyginant jas su gipso ir kalkių dirvomis, pastebimas humusu ir maisto medžiagomis neturtingumas.

Šiuo ir baigiame trumpą įdomių Kyffhäuzer'o dirvų aprašymą.

Išvados.

1) Gipso dirvos turi tamsų viršutinį humuso gorizontą (iki 35 cm. ir daugiau). Humuso kiekis siekia 15%, bet paprastai svyruoja nuo 7 iki 8%. Cheminio sąstato atžvilgiu sakytosios dirvos yra turtingos kalcio karbonatais tik viršutiniame ir sulfatais žemutiniuose gorizontuose — tai yra gipso išsivėduliavimo rezultatas.

Gipsinės Kyffhäuser'o dirvos labai maža teturi chloro ir nedaug šarmų (K, Na).

Pastebima šarmų ir bendrai lengvai tirpstamų medžiagų silpna infiltracija dirvos gilumos kryptimi, o priešingo reiškinio, tai yra kapiliarinio kėlimosi augštyn nepastebėta.

Tais atvėjais, kada permaža yra dirvoj dregmės—ji nederlinga, o atvėjais pakankamos dregmės minėtos dirvos ne tik derlingos, bet jos gali turėti labai įvairią ir puikią augaliją.

Labai svarbi gipso dirva savo šarmine reakcija. Del to jos ir turi būti išskirtos į atskirą dirvų klasifikacijos tipą.

2) Kalkių dirvos susidaro ant kalkėmis turtingų padermių ir priklausomai nuo metinės temperatūros aukštumo ir atmosferinių kritulių kiekio jos turi arba tamsų humuso gorizontą, arba yra stambios, pilkos, mažu humuso kiekiu, dirvos.

Galima spėti, kad pirmas (su tamsiu humuso gor.) tipas gali susidaryti esant vidutiniai metiniai temperatūrai nuo 4 iki 6°C ir esant nuo 600 iki 650 mm. kritulių; tomis optimalinėmis sąlygomis susidaro kalkių dirvos tamsiai humuso nudažytos, panašios į lenkų „redzinas".

Mažiau patogi metinė temperatūra nuo 8—9°C, esant 500 mm. kritulių, kada susidaro pilkos arba šviesiai pilkos, maža teturinčios humuso kalkių-karbonatinės dirvos, kadangi esant aukštai temperatūrai eina organinių liekanų pūvimas. Jei pirmosios dirvos turi būti priskirtos pūvenų karbonatinių dirvų tipui, tai daug turinčios humuso (iki 15%) ir didelį kalcio karbonatų kiekį, antruoju atveju, kur humuso kiekis sumažėja iki $^1/_2$—2% tas pavadinimas neatatiktų tikrenybei ir todel būtų tiksliau įtraukti tos dirvos į atskirą liesių kalkių dirvų grupę. Tų

dirvų cheminė reakcija šarminė. Humuso kalkinės dirvos taip pat, kaip ir gipsinės dirvos, yra geri endodinamomorfinių arba aklimatinių dirvų pavyzdžiai.

3) Podzolo, silpnai padzolinės dirvos negali būti visai priskirtos rūkščiam išsivėduliavimo tipui, kaip kad iki šiol buvo daroma. Tiktai viršutiniam gorizontui charakteringa rūkšti reakcija del veikimo esamų ten organinių medžiagų. Jau sekančiame podzolo gorizonte, iš kurio žemės šarminiai elementai išplauti — rūkštumas žymiai sumažėjęs. Gi ortšteino gorizonte daugely atvejų pastebiama neutralė reakcija. Tai labai naturalu, imant dėmesin susidariusias ten infiltracijos dėka šarminės, žemes šarminės, gidratines bazes ir kitų junginių nuosėdas. Jei ortšteino gorizonte yra daug Ca, tai jo reakcija gali būti net ir silpnai šarminė. Tuo būdu podzolinių dirvų reakcija tik viršutiniame gorizonte rūkšti ir juo giliau, juo darosi silpnesnė. Daugumoj atsitikimų jau 40—50 cm. nuo dirvos paviršiaus darosi neutralė reakcija, kiek aš galėjau nustatyti ją Tiuringijos ir Saksonijos smėlynų ir pamolio dirvoms.

N. Kwaschnin-Samarin.

Gips,- Kalk- und Podsolböden im Kyffhäuser.

Einleitung.

Je umfangreicher dem entsprechend das Beobachtungsmaterial, je eingehender die verwickelten Vorgänge der Bodenbildung erforscht wurden, desto häufiger wurden die Versuche, eine erschöpfende Nomenklatur den Böden zu schaffen.

Bei diesen Bestrebungen sonderte sich aber auch die Bodenkunde zu einer selbstständigen Wissenschaft ab, die sich auf eigene Forschungsmethoden stützte.

Zu den ersten und besten wissenschaftlichen Bodennomenklaturen gehört diejenige von Dokutschajeff und Ssibirzeff [1]). Diese Forscher richteten ihre besondere Aufmerksamkeit auf die Abhängigkeit der Böden von verschiedenen naturgeschichtlichen Faktoren, namentlich vom Klima. Wurde erst der Boden als ein Produkt naturgeschichtlicher und physisch — geographischer Faktoren angesehen, so liess sich auch eine gesetzmässige zonare Verbreitung der Böden erwarten, wobei jede Zone mit einer gewissen Menge von Niederschlägen und mit bestimmten Temperaturen in direktem Zusammenhang steht.

Schon bei diesen Klassifikationsversuchen ist es aber aufgefallen, dass es eine Reihe von ganz ausgebildeten Bodentypen gibt, die unter das Gesetz der Zonarverbreitung nicht passen. Diese Böden wurden von Ssibirzeff intrazonale Böden genannt (Salz=, Moor=, Halbmoorböden u. a.). Diese Böden tauchen fleckenweise in den verschiedensten Zonen vom äussersten Norden und Süden bis zu den aequatorialen Breiten auf. So sind z. B. Salzböden in der letzten Zeit im Norden Sibiriens entdeckt worden, kommen auch fleckenweise in der Tundra vor, während sie früher nur in südlichen Gebieten (Halbsteppen und Halbwüsten) bekannt waren. Dasselbe kann auch von Moor=, Halbmoor=, und Kalkböden gesagt werden.

Die neuste, von Glinka [2]) vorgeschlagene Nomenklatur der Böden, welcher als Hauptmaterial der Durchnässungsgrad der Böden zu Grunde gelegt ist, teilt gleichfalls die Böden in ekto- und endodynamomorphe ein. Erstere gehören zum gewöhnlichen Typus, der hauptsächlich unter Einwirkung von Temperatur und Feuchtigkeit entsteht, letztere ergeben bei denselben klimatischen Verhältnissen ganz andere Böden. Nach Glinka gehört die Gruppe der Kalkschwarzerden (Humus-

[1]) Ssibirceff. Bodenkunde IV (in russischer Sprache).

[2]) Glinka K. Die Typen der Bodenbildung, ihre Klassifikation und geographische Verbreitung, Berlin, 1914.

karbonatböden) und verschiedene körnige Böden zum endodynamomorphen Typus.

Andere Klassifikationsversuche westeuropäischer Forscher (Richthofen, Thaer, Fallou, Knop), sowohl als auch derjenigen des russischen Forschers Kossowitsch, welche ihren Klassifikationen physisch—mechanische, geologische und chemische Merkmale zu Grunde legten, haben zur Charakteristik der uns interessierenden azonalen oder endodynamomorphen Böden nichts neues beigetragen.

Bald darauf wurden von R. Lang, der über ein reichhaltiges Material von Beobachtungen betr. der Bodenbildung verschiedenen Ländern, hauptsächlich aber in den Tropen und Subtropen, verfügte, die obengenannten Bodengruppen besonders ausführlich charekterisiert. In einer ganzen Reihe wissenschaftlicher Mitteilungen und Werke[1]) stellt er die Notwendigkeit fest, alle die Böden, bei deren Bildung das Klima eine geringere Bedeutung hat, in eine besondere Klassifikationsgruppe einzuschliessen.

R. Lang reiht daher dieselben, nachdem er die Böden allgemein in solche der ariden, humiden, perhumiden und nivalen Bodenklassen gegliedert hat in einen klimatischen und hypoklimatischen bezw. aklimatischen Typus ein.

Der klimatische Bodentypus, der sich unter dem bewirkenden Einflusse der Temperatur und der Niederschläge bildet, ergibt Bodenarten, die in jedem Einzelfalle einem gewissen Quantum von Wärme und Nässe genau entsprechen. Der durch Division der durchschnittlichen jährlichen Regenmenge durch die mittlere Jahrestemperatur erhaltene Quotient charakterisiert nach ihren einen ganz bestimmten bodenbildenden Prozess. Dieser Quotient, von Lang „Regenfaktor" genannt, ist die bildende Kraft für den entsprechenden Bodentypus. So ist z. B. festgestellt worden, dass der Regenfaktor für Gelberden, Roterden und Laterite 40—60 beträgt, für Schwarzerden je nach ihren Varietäten 100 — 160, für Rohhumusböden (Podsol) 160 etc. Es gibt jedoch auch Böden, die diesen Gesetzen nicht folgen.

In bezug auf derartige Böden bemerkt Prof. Glinka[4]) in seiner „Bodenkunde", dass, mit Ausnahme der Humuskarbonatböden (Kalkschwarzerden), alle anderen Böden der endodynamomorphen Gruppe sehr wenig erforscht sind, und es bisher wenig berücksichtigt wurde inwiefern ein reicher Gehalt an verschiedenen Salzen, ($CaCO_3$

---

[1]) Prof. Dr. R. Lang. Über Nomenklatur der Böden. 1914.

[2]) Prof. Dr. R. Lang. Versuch einer exakten Klassifikation der Böden in klimatischer und geologischer Hinsicht. Internat. Mitt. f. Bod. 1915.

[3]) Prof. Dr. R. Lang. Verwitterung und Bodenbildung als Einführung in die Bodenkunde. Stuttgart. 1920.

[4]) Glinka. Bodenkunde, 1908, St. 520 (in russischer Sprache).

ausgenommen) wie $MgCO_3$, Eisenoxyde, Gips, Anhydrit in den Muttergesteinen die Bodenbildung beeinflusst.

Über diese Frage finden wir bei R. Lang in seiner Schrift: „Über Nomenklatur der Böden" folgende Angaben: „Wie seinerzeit Schimper mit genialem Wurf die Pflanzenformationen in klimatische und edaphische getrennt hat, wobei letztere Formationen von der Besonderheit des Bodens abhängig sind (örtlichem Wasser, Salzen, Gips, Kalk u. s. w.), so kann man auch die Böden in entsprechender Weise weiter gliedern. Durch örtlich oder regional hochstehendes oder fehlendes Grundwasser, durch örtliches oder regionales Uebermass an Salzen und insbesondere auch an Kalk oder dem Fehlen von solchen erhalten die Böden mehr oder weniger intensiv vom optimalen klimatischen Typus abweichende Eigenschaften. Diese hypoklimatisch bezw. aklimatisch beeinflussten Bodentypen habe ich so genannt, weil das Klima an den Aenderungen des Bodentypus nur nebenher oder überhaupt keinen Einfluss ausgeübt hat. Die Aenderungen des Bodentypus beziehen sich besonders auf die Humusmengen bezw. auf die Humusform der Böden. Und zwar entstehen unter diesen Umständen aklimatisch bezw. hypoklimatisch regelmässig humusreichere Bodentypen bezw. Böden mit ungünstigerem, degradiertem, Humus, die alten Rohhumusböden".

An anderer Stelle [1]) lesen wir: „Tatsächlich kann man allenthalben beobachten, dass auf kurzer Entfernung, ohne dass Temperatur oder Feuchtigkeit erhebliche Unterschiede zeigten, die Bodenarten wechseln. In Gebieten mit häufigem Wechsel der Gesteinsschichten tritt dies oft deutlich zutage. So ist es möglich, an einem und demselben Berghang, nur durch das Gestein beeinflusst, nebeneinander Braunerden, Schwarzerden und Rohhumuserden zu finden".

Ferner finden wir auch einen Hinweis auf die Bedeutung des Kalkes [2]): „Kalk im Uebermass führt zur Bildung stark humoser Steppen — oder Kalkschwarzerden. Fehlen der Salze und besonders von Kalk führt zur Bildung von aklimatischen Rohhumusböden. Durch Salze im Übermass entstehen bei Anwesenheit von Humus die Salzschwarzerden und die Grauerden".

So führt Lang auch Beispiele an, die zeigen, dass unter Voraussetzung sonst gleicher Umstände nur dank dem Vorhandensein von Kalk die Böden für landwirtschafliche Zwecke anbaufähig sind, beim Fehlen des Kalkes dagegen nicht.

So ergibt sich, dass die Bodenbildung, ausser anderen Faktoren, auch vom Muttergestein abhängig ist, namentlich wenn letzteres an Kalk reich ist und, dass nächst dem Klima, in erster Linie das bodenbildende Gestein als Hauptfaktor, der die Bildung eines bestimmten Bodentypus beeinflusst, anzusehen ist.

---

[1]) Lang R. Verwitterung und Bodenbildung als Einführung in die Bodenkunde. 1920. Seite 121.

[2]) Lang R. Über Nomenklatur der Böden. Seite 16.

Je nach dem, welche Salze, bezw. Mineralien, im Gestein enthalten sind, verläuft auch der bodenbildende Prozess.

Durch das Auftreten der aklimatischen Böden werden die dem Gesetz der Zonarverbreitung folgende Böden unterbrochen. Ausführliche Bodenuntersuchungen in Russland haben eine ganze Reihe s. g. Bodenkomplexe festgestellt. Ihre Entstehung sollte ja auch erwartet werden, denn es kommen hier nächst verschiedenartigen meteorologischen Faktoren auch bodenbildende Gesteine, Makro und Mikrorelief u. a. zur Geltung. Diese Faktoren schaffen ja auch ein so buntes Bild von Bodentypen. Der Begriff der aklimatischen oder azonalen Böden soll nicht zu eng genommen werden, es soll im Gegenteil darauf hingewiesen werden, dass sie zuweilen nicht auffallen, aber doch sehr verbreitet sind.

Die beständig zu beobachtende Mannigfaltigkeit des Pflanzenkleides lässt sich vielleicht nur zuweilen, namentlich im Bereiche kleinerer Bodenflächen, durch klimatische Verschiedenheiten erklären, sondern steht zweifelsohne im Zusammenhang mit Veränderungen der chemisch — bakteriologischen Eigenschaften der Böden, die von anderen Ursachen herrühren. Augenscheinlich verhält sich die Mehrzahl der Pflanzen zur Reaktion des Bodens nicht indifferent. Letztere aber, die duch die Wasserstoffjonenkoncentration messbar ist, ist nicht allein ein Resultat von Wärme und Feuchtigkeit im Zusammenhang und der Anwesenheit organischer Substanz, sondern es lässt sich auch der Einfluss des mineralischen Teiles des Bodens bemerken. Deshalb sind die Gesteine, welche aus Verbindung der Erdalkalien, aufgebaut sind, insbesonder Kalk und Dolomit, sowie der Gips besonders wichtig, da sie imstande sind eine alkalische Reaktion zu schaffen, die Auslaugung des Bodens zu verhindern und überhaupt die chemisch - biologischen Prozesse im Boden in andere Bahnen zu leiten.

Die Reaktion verschiedener Bodentypen, auf die erst in letzter Zeit besondere Aufmerksamkeit gerichtet worden ist, wird wohl viele neue Tatsachen ergeben, die es notwendig machen werden, indirekt wirkende, aber für den Bodenhabitus zuweilen sehr wichtige Umstände festzustellen. Wir haben Grund anzunehmen, dass einige Böden, die fast bis zur letzten Zeit zum Säuretypus der Bodenverwitterung gerechnet wurden, zum alkalishen Typus gerechnet werden müssen, andere aber zum neutralen Typus. Wir haben schliesslich auch solche Erscheinungen beobachtet, wo die Reaktion der Böden eine unbeständige war und mit den Jahreszeiten wechselte (z. B. bei Halbmoorböden).

An Hand dieser Angaben, die die Reaktion des zu untersuchenden Bodens genau feststellen, und nach Ausnutzung der neusten Studien über die kolloïdalen Substanzen im Boden, wird es zweifellos oft unumgänglich sein die verwickelten Bodenvorgänge nicht allein auf Grund klimatischer Einflüsse, sondern auf Grund

einer ganzen Reihe verschiedenwirkender Vorgänge zu erklären, deren Produkt ja der Boden ist.

Die in grossem Masstabe in Russland angestellten Bodenforschungen könnten viel Material zum Studium der aklimatishen (endodynamomorphen) Böden liefern, da auf den ausgedehnten Flächen Russlands ohne Zweifel günstige Bedingungen zu ihrer Entstehung vorhanden sind. Leider sind die Methoden der Untersuchung der Bodenreaktionen erst kürzlich festgestellt, während die im Grossen angelegten Bodenforschungen seit etwa 10 Jahren vor Ausbruch des Weltkrieges unternommen waren. Deshalb richteten die russischen Bodenforscher ihre Aufmerksamkeit hauptsächlich auf geologische und morphologische Eigenschaften der Böden. Von speziellen Aufgaben abgesehen, waren sie aber nicht imstande die chemischen Prozesse genauer aufzuklären. Ausserdem hat sich auch die Bearbeitung des eingesammelten Materials infolge des Krieges verzögert.

Die letzte Zusammenfassung des Materials und der Bericht über die Bodenforschungen in Russland sind kürzlich von Glinka im Werke „Die Böden Russlands und der angrenzenden Länder[1])" veröffentlicht worden. Beim Lesen dieses an morphologishen Angaben überaus reichen Hauptwerkes, konnten wir darin aber nicht genügend Material über den Einffluss der Gesteine auf die Bildung der Bodentypen finden.

Überhaupt ist die Gruppe der aklimatischen Böden auch von den russischen Bodenforschern nicht genügend erklärt da fast ausschliesslich Humuskarbonat = (Kalkschwarzerden) oder andere Karbonatböden erwähnt werden.

Die morphologischen Eigenschaften dieser Böden sind ausführlich beschrieben, doch ist der chemische Teil der Frage fast ganz unberücksichtigt geblieben. Aus Gesagtem folgt, dass die aklimatischen bezw. hypoklimatischen Böden eines weiteren Studiums bedürfen.

Geographische und geologische Angaben über das Kyffhäusergebirge.

Zwecks Feststellung der Bedeutung der Gesteine im Prozesse der Bodenbildung ist das an dem Harz südöstlich vorgelagerte Bergland des Kyffhäusers gewählt worden. Dieses Gebirge lockte seit Jahren die Reisenden und Gelehrten durch seine landschaftlichen Reize, durch seine schönen Laubwälder und überhaupt durch die merkwürdige Mannigfaltigkeit seiner Flora an. Eine Reihe seit dem 17 Jahrhundert erschienener wissenschaftlicher Arbeiten hat die Anwesenheit zahlreicher Pflanzenarten festgestellt. Dabei ergab sich, dass auf dem Kyffhäuser auch solche

[1]) K. Glinka. Die Böden Russlands und der angrenzenden Länder. Petrograd. 1923.

Pflanzen gedeihen, welche südlicher gelegegen Ländern eigen sind. Nach Angaben von A. Petry[1]) kommen auf dem Kyffhäuser 859 Arten höherer Pflanzen vor. Dieser Reichtum und diese Mannigfaltigkeit der Pfanzenwelt lassen sich nicht auf irgendwelche besonders günstige klimatische Verhältnisse des Landes, sondern insbesondere auf die Mannigfaltigkeit der Gesteine zurückführen. Dank dem Vorhandensein wichtiger Pflanzennährstoffe enthaltender fester Gesteine und auch kristalliner Massengesteine einerseits, von lockerem Löss, Ton, Sand und anderer Gesteine, anderseits, konnte jede Pflanze bei diesen Bedingungen den ihr am meisten zusagenden Nährboden finden. Es ist anzunehmen, dass nicht so leicht in weiterem Umkreis eine Gegend zu finden wäre, wo auf einer Fläche von 1,5 Quadratmeilen eine solche Mannigfaltigkeit an die Tagesoberfläche hervortretender, verschiedenartiger Gesteine im Zusammenhange mit einem solchen Reichtum an Pflanzen sich beobachten liesse.

Selbstverständlich ist dank diesen Bedingungen die Mannigfaltigkeit der Böden sehr gross. Deshalb ist der Kyffhäuser für den Bodenforscher von besonderem Interesse.

Was die geographischen Angaben über den Kyffhäuser betrifft, so können wir uns der obengenannten Arbeit von Petry bedienen und entnehmen ihr folgende kurze und genaue Beschreibung: (S — 27).

Um so grösser ist der Anteil derselben in den das Kyffhäusergebirge umgebenden weiten Talflächen; die zur Kleinen Wipper abfallenden von Gips bedeckten Abhänge sind zumeist waldlos, die anderen Abhänge dagegen und das Plateau tragen üppige Wälder.

Unsere Studien beziehen sich nicht auf dem ganzen Kyffhäuser sondern nur dessen südliche Hälfte, die in bezug auf die Entwickelung der Böden die interessanterere ist, während in südnördlicher Richtung der Kyffhäuser nur im Bereich des Gebietes zwischen Rottleben — Rathsfeld und Kyffhäuser untersucht wurde. Im Verlaufe der Uutersuchungen wurden zwecks Vergleichung und Ergänzung des Gesamtbildes der bodenbildenden Vorgänge den Untersuchungen auch noch die südlich von Rottleben liegende Gegend angeschlossen, nämlich das ganze Tal der Kl. Wipper und die Gegend *Seega — Günzeroda*.

Diese Gegend ist in sofern interessant, als dort im Tale ein Streifen von Löss liegt und weiter nach Süden Verwitterungsprodukte des Buntsandsteins zu finden sind. In der Nähe von Seega erhebt sich die Bergkante der Harzseite mit unterem Mu-

[1]) Dr. Arthur Petry. Die Vegetationsverhältnisse des Kyffhäuser-Gebirges. Halle. a. d. S. 1889.

schelkalk. Da im Kyffhäuser reine Kalkgesteine kaum kommen, so sollte die Gegend von Seega einige Lücken in den Betrachtungen ausfüllen und die Prozesse der Bodenbildung im Kyffhäusergebirge aufklären helfen.

Für Charakterisierung, des zu untersuchenden Bezirks in meteorologischer Hinsicht können wir die. von Petry angegebenen Daten für die Jahre 1883—1887 benutzen: Es beträgt die mittlere Jahrestemperatur in: (S. 30).

Frankenhäusen, in gechützter Lage am warmen Südfusse des Kyffhäusers gelegen, besitzt die höchste Tempertur, wie 9.2°. Wir glauben keinen grossen Fehler zu begehen, wenn wir behaupten, dass die südlichen Gipshänge des Kyffhäusers in ihrer unteren Lage ungefähr diese mittlere Jahrestemperatur erreichen. Für höher gelegene Gegenden ist auf je — 200 m. — 1° C. Temperatur Abnahme anzunehmen.

Über die Niederschlagsmengen besitzen wir ausführlichere Angaben, sowohl für Frankenhausen, als auch für die benachbarten Städte. *)

Die monatlichen Niederschlagsmengen für Frankenhausen betragen: (S. 31).

Die mittleren jährlichen Niederschlagsmengen für Frankenhausen sind daher: (S. 31).

Das 8—jährige Mittel beträgt somit 500.65 mm.

Die mittleren Niederschlagshöhen für die dem Kyffhäuser am nächsten gelegenen Orte sind folgende: (S. 31)

Die mittlere Jahrestemperatur: (S. 32)

Daraus ist zu ersehen, dass im Kyffhäuser durchschnittliche Niederschlagsmenge ca 400—600 mm. liegen, im Mittel 500 mm. erreichen dürften.

Diese meteorologischen Angaben deuten auf eine gewisse Annäherung des Klimas an den kontinentalen Typus, auf eine relative Trockenheit infolge verhältnissmässig geringer Niederschlagsmengen unter Berücksichtigung der für dieses deutsche Gebiet günstigen Temperaturverhältnisse hin.

Des weiteren sind die im Kyffhäuser vorkommenden Gesteine zu betrachten, die nächst den klimatischen Faktoren die grösste Bedeutung für die bodenbildenden Prozesse haben.

Die Massivgesteine sind durch Graniten, Gneise und deren Abarten sowie durch Porphyre vertreten. Verwitterungsprodukte des Granits sind in der Nähe der Burg Kyffhäuser gefunden worden. Sie bilden gewöhnlich ein grobkörniges Material, von verhältnissmässig heller Färbung. Die Böden sind noch ziemlich

*) Auszug aus Hellmann. Die Niederschläge in den norddeutschen Stromgebieten. B. II, 1906.

grobkörnig und somit offenbar noch im Stadium der Entwickelung.

Auf Gneis liegt eine konglomeratähnliche rötlich-braune, an Feldspat reiche Verwitterungschicht. Das Grundgebirge wird durch Rotliegendes überschichtet.[1])

Diese Formation besteht aus Sandstein, Tonschiefer (ro_1 der geologischen Karten), einem vorwiegend rotgefärbten Sandstein (ro_2), einem roten oder braunen Sandstein mit Einlagerungen von Feldspat und Kaolin und zu—oberst aus Zwischenlagen von Porphyrkonglomerat.

Das Rotliegende tritt in weiter Verbreitung, so am Herrnkopf, Hornungs—Schwein, Schweinskopf, neben Rathsfeld Falkenburg u. v. a. auf. Die Verwitterungsprodukte ergeben hauptsächlich Letten.

Da die sandigen Gesteine leicht zerfallen und verwittern, so ist die Bodenentwickelung bei ihnen weit fortgeschritten.

Wir werden später darauf zurückkommen.

Der Zechstein hat eine noch grössere Bedeutung für ein recht beträchtliches Gebiet des Kyffhäusers und zwar kommen alle Glieder der Zechsteinformation vor. Da die Zechsteinformation stellenweise ganze Berge von Gips und anderen Meeresablagerungen bildet, die für unsere Studien von besonderer Wichtigkeit sind, weil darauf sich Böden von besonderer Eigenart bilden, so sollen die einzelnen Stufen des Zechsteins ausführlich besprochen werden.

Am Kyffhäuser besteht der Zechstein aus folgenden Stufen:

1) Ton und Dolomitkalk 2) Jüngerer Gips	Obere Abteilung.
3, 4) Älterer Gips, Anhydrit, sowie Stinkschiefer und Dolomit	Mittlere Abteilung.
5) Zechstein 6) Kupferschiefer 7) Zechsteinkonglomerat	Untere Abteilung.

Die untere Abteilung des Zechsteins tritt nur zuweilen in einem dünnen Rand an die Oberfläche und liefert daher keinen deutlich erkennbaren besonderen Boden, obwohl in einer Anzahl von Steinbrüchen seine Gliederung verfolgt werden kann.

Um so grössere Bedeutung besitzt die mittlere Abteilung des Zechsteins, die den grössten Teil des zu besprechenden Gebietes umnimmt.

---

[1]) Geognostisch bearbeitet in der nördlichen Hälfte durch E. Beyrich und Fr. Moest in der südlichen durch A. Schlüter. Geologische Karte: Frankenhausen Blatt 4 u. Kelbra.

Alle das Tal der Kl. Wipper begleitenden Südhänge bis zu den Höhen des Kyffhäusers bestehen aus Gips, Anhydrit und den mit ihnen vergesellschaftlichten Gesteinen.

Die Mächtigkeit dieser Ablagerungen ist beträchtlich. Je nach dem, ob das Kalziumsulfat im unvergänglichen wasserfreien Zustand erhalten ist oder unter der Einwirkung von Wasser zu dem wasserhaltigen Gips sich umgewandelt hat, findet man Anhydrit oder Gips; ersteren jedoch zumeist nur in grösseren Tiefen. In der Nähe der Oberfläche kommt Anhydrit nur äusserst selten vor.

Das Gipsgestein erscheint feingeschichtet, hellbläulich bis schmutziggrau. Hellere und dunklere Streifen wechseln ab. Letztere bestehen aus Beimischungen von feinem Ton, Dolomit oder bituminösem Material.

Eine Analyse des frischen, nicht verwitterten, feingestreiften Anhydrits, nach Angaben der obengenannten Geologen,[1]) zeigte folgende Zusammensetzung: (S. 33).

Somit entfällt auf $CaSO_4$ $CaCO_3$, $MgCO_3$ — 98. 37%, auf alle anderen Komponenten 1,69%.

Ein gleichartiges, jedoch etwas Wasser enthaltendes Gestein von hellgrauer Schattierung ergibt folgenden Bestand: (S. 34).

Auch diesmal entfällt auf $CaSO_4$, $CaMgCO_3$ und H_2O 98,66%, auf alle anderen Substanzen nur 2,14%.

Neben den fast freien Anhydrit — und Gipsgesteinen finden wir auch Gesteine, die an Kalk und Dolomitablagerungen reich sind und nur eine geringe Menge von Sulfaten enthalten, wie folgende angegebene Analysen beweisen. Ich beabsichtige diese Resultate den Ergebnissen meiner Analysen der Verwitterungsprodukte von kalkgipsartigen Gestein gegenüberzustellen. (S. 34).

Das zweite, dichtere Gestein ist ein fast reiner Kalkstein. Bei den Analysen fehlt die Angabe über P_2O_5. Wenn überhaupt Phosphor vorhanden war, dann nur Spuren davon.

Der Stinkschiefer trennt deutlich den älteren Gips vom jüngeren Gips. Sein spezifischer Geruch verschwindet bei der Verwitterung gänzlich. Einige Hänge des südlichen Kyffhäusers sind in grösserer Ausdehnung mit den typischen Platten des Stinkschiefers besät. Diese Platten von 0,5 bis 5 und mehr cm. Stärke erscheinen nicht homogen, sondern bestehen aus dünneren Schieferlagen die miteinander verkittet sind. Wenn ein Stück dieses Schiefers von oben mit Salzsäure übergossen wird, so ist das Aufbrausen schwächer, als wenn der zementierende Stoff, — d. h. wenn das Stück von der Seite her, befeuchtet wird. Der Stinkschiefer enthält kohlensauren

---

[1]) Geologische Karte: Frankenhausen, Blatt 4 und Kelbra. Geognostisch bearbeitet durch E. Beyrich, Fr. Moest und A. Schlüter.

Kalk in beträchtlicher Menge, dazu geringere Beimischungen von bituminösen und anderen Substanzen. Entnehmen wir eine Analyse des frischen, von der Verwitterung noch nicht angegriffenen, Stinkschiefers:[1]) (S. 35).

Es ist anzunehemn, dass bei der Verwitterung die Sulfate und ein Teil der Carbonate gelöst werden und der Rest schwer verwittert. Diese Widerstandsfähigkeit gegen Verwitterungsprozesse ist für diese Gesteine im südlichen Kyffhäuser recht charakteristisch. Dem entsprechend enthalten die aus diesen Gesteinen hervorgegangenen Böden noch mehr oder minder grosse Beimengungen unzersetzten Materials. Vielfach ist die im Laufe der Zeiten entstandene Bodenkrume durch Abschwemmung wieder zerstört worden, so dass an steileren Stellen oft fast unverwitterte oder halbverwitterte Gestein zu Tage ausgeht.

Der in der oberen Abteilung der Zechsteinformation austretende jüngere Gips unterscheidet sich nach Struktur und Bestand wenig vom älteren. Er nimmt verhältnissmässig geringere Flächen ein und wird z, B. bei Frankenhausen und Rottleben, beobachtet. Die Verwitterungsprodukte des jüngeren Gipses gleichen denen des älteren Gipses. Zum oberen Zechstein gehören auch die tonigen und dolomitisch — kalkigen Gesteine. Die Tone haben eine schmutzig — graue, bis rötliche Farbe. Sie werden von Dolomit, Dolomitkalk und Gips begleitet. Je nach dem Dolomitgehalt des Tones wird die Bodenbildung verschieden beeinflusst.

Die Trias in Thüringen ist durch Buntsandstein, Muschelkalk und Keuper vertreten.

Der Buntsandstein ist durch eine untere, mittlere und obere Abteilung vertreten. Die untere Abteilung des Buntsandsteines besteht grösserteils aus feinsandigem bis tonigem Material—obwohl fehlt er dem eigentlichen Kyffhäusergebiet und erstreckt sich nur ausserhalb seiner Grenze (vergl. Einleitung), zumeist ist sie von alluvialen Gebilden bedeckt. Der mittlere Buntsandstein, kennzeichnet sich durch Sandsteine von ziemlich gröberem Korn aus. Die Produkte der Verwitterung sind gröber, als beim unteren Buntsandstein. Die obere Abteilung (der Röth) besteht aus Tonen und Mergeln.

Der Muschelkalk ist für die Erklärung der Bodengenesis auf Kalkgesteinen von besonderem Interesse, namentlich bei Gegenüberstellung mit den Gipsböden.

Doch der Muschelkalk wird in drei Abteilungen: den unteren, mittleren und oberen eingeteilt. Der untere Muschelkalk, auch Wellenkalk genannt, besteht im wesentlichen aus Mergelkalken, denen vereinzelt hochprocentige Kalkbänke eingelagert sind.

---

[1]) Geologische Karte: Frankenhausen Geognostisch bearbeitet durch E. Beyrich. Fr. Moest und A. Schlüter.

Der mittlere Muschelkalk, der Myophoria orbicularis enthält, besteht aus hell — gräulichen Dolomiten oder aus Mergelkalk.

Der obere Muschelkalk wird in Trachyten und Nodosenschichten eingeteilt. Erstere bestehen aus sehr festem hochwertigem Kalkstein.

Die Nodosenschichten bestehen aus Kalk-Mergel und Tonlagen. Die Fossilien sind in diesem Abteil zahlreicher (Ammonites nodosus, Terebratula vulgaris, cycloides).

Für unsere Zwecke sind die ebenangeführten Angaben in der Hinsicht von Bedeutung, dass alle Gesteine, die zwischen *Seega* und *Günteroda* sich finden, sich in zwei Gruppen einteilen lassen: deren eine den Verwitterungprozessen schwerer, die andere dagegen leichter unterliegt. Die kartierenden Geologen beurteilen die Böden der zweiten dem Muschelkalk zugehörenden Gruppe wie folgt: „Die Gesteine... bilden einen tiefgründigen Ackerboden, welcher der Erkenntnis der Zusammensetzung dieser Gruppe vielfach hindernd entgegentritt". Es muss aber darauf hingewiesen werden, dass, trotzdem nach geologischer Ansicht auf den leichter verwitternden Kalksteinen anbaufähige Böden anzutreffen sind, doch die mechaniche Analyse einiger Proben ergab, dass sie doch zu den stark grobkörnigen gehören nicht allein in den tieferen Horizonten, sondern auch an der Oberfläche. Auf schwer verwitternden Gesteinen ist es mir hier nicht gelungen völlig ausgebildete Restböden zu finden. Dies beruht jedoch nicht auf dem Mangel der Verwitterung oberer Gesteine, sondern auf der Abschwemmung der zersetzten Teile durch die Niederschläge. Die Gesteine des Tertiärs lagern sich da im Süden des Kyffhäusergebirge an. Es ist anzunehmen, dass zur Tertiärzeit das Tal schon gebildet war und dann von Tertiärablagerungen ausgefüllt wurde, welche hier an den Fuss der Berge reichen. Dann finden wir in den Tertiärgesteinen auch Trümmer der höher und nebenan liegenden Dolomitgesteine. Die Tertiärablagerungen bestehen aus gröberem oder feinerem Kies, zuweilen auch aus kiesiglehmigem Material.

Die Ablagerungen der Diluvialzeit im engeren Bereich des Kyffhäusers Kamm geben Material für die Bodenbildung, dagegen in nicht unbeträchtlichem Aufmass in seiner Umgebung. Insbesondere sind in Gruben diluviale Schichten von grosser Mächtigkeit zwischen Rottleben und Frankenhausen aufgeschlossen. Weiter verbreitet und von viel grösserer Bedeutung ist der Löss. Er hat in trockenem Zustande seine charakteristische gelbliche Färbung und ist von feinkörnigem, tonigem oder lehmsandigem Bau. Eingelagerte Teilchen von kohlensaurem Kalk sind leicht zu beobachten. Mit Salzsäure braust er leicht auf. Lössanhäufungen sind besonders an Talrändern zu beobachten. An höher gelegenen Talterassen zieht sich der Löss in Streifen von unregelmässiger Form hin, erreicht aber noch die Höhen und breitet sich in den Tälern und an dem unteren Teile der Hänge aus.

Es ist leicht diesen Löss mit ganz gleichaussehenden Anhäufungen von derselben Farbe und Zusammensetzung, sowie Struktur, zu verwechseln, welche häufig am Fusse der südlichen Berghänge des Kyffhäusers vorkommen. Bei grösserer Aufmerksamkeit bemerkt man, dass der Löss Einlagerungen von Schottern und Trümmern von höher gelegenen Gesteinen, am häufigsten von Gips und Stinkschiefer enthält. Dieses beweist, dass wir es mit einer Mischung von Gehängeschutt mit Löss zu tun haben, die daher durch ihre Färbung und ihren Kalkgehalt dem vorher genannten Löss gleicht. Dieser mit grobem Material gemischte und ausschliesslich auf die Hanglagen beschränkte Löss wird daher als Berglöss bezeichnet im Gegensatz zu dem von groben, eingeschwemmten Teilen freien Tallöss. Zuweilen findet sich echter Tallöss unter diesem Berglöss.

Namentlich der Löss, zwar Tallöss, wie Berglöss, liefern einen vortrefflichen Untergrund für die besten Weizenböden der Gegend.

Das Alluvium findet sich in allen grösseren Tälern vertreten und füllt ihre Talsohle mit verschiedenen tonigen, sandigen und humosen Ablagerungen aus. Dem Bodenforscher würden sie ein interessantes Material liefern, wären sie in natürlichem Zustande erhalten. Z. Z. sind es aber künstliche, gut drainierte, gedüngte und gelockerte Böden. Nur an den Resten der Pflanzenformationen stellenweise erhaltenen Wiesen kann festgestellt werden, dass hier ehemals Moor= und Halbmoorböden verbreitet waren.

Gipsböden.

Bei meinen Bodenforschungen richtete ich die Aufmerksamkeit hauptsächlich auf natürliche, von Menchenhand nicht berührte Böden, da ich ja das Ziel hatte: einerseits, den Zusammenhang zwischen Boden und geologischen Faktoren, namentlich dem Gestein, zu beschreiben, anderseits die Bodentypen, als Produkte naturgeschichtlicher Faktoren (Einfluss des Klimas, der Vegetation, des Reliefs) zu erklären. Derartige Beobachtungen in natürlicher vom Kulturleben nicht beeinflusster Umgebung zu machen, ist in stark der Kultur erschlossenen Gebieten oft ganz unmöglich. Gerade in dieser Hinsicht ist der Kyffhäuser von grossem Werte, da er von Wäldern bedeckt ist. Die natürlichen Pflanzenformationen werden aber nur zuweilen von künstlich aufgeforsteten Wäldern verdrängt sonst sind die Pflanzenformationen augenscheinlich gut in ziemlich ursprünglichem Zustand erhalten. Eine Ausnahme bilden die unbewaldeten Südhänge, an denen das Vieh weidet und deshalb auch die Pflanzenwelt bedeutend verändert ist. So fiel mir z. B. eine ganze Menge ungeniessbarer Kräuter auf, wohingegen die saftigen, geniessbaren von Schafherden abgeweidet waren. Wo sich ein Bodenabschnitt zeigte, wurde von mir zugleich auch die

denselben umgebende Vegetation notiert, doch werden diese Notizen für Orte an denen geweidet wird, selbstverständlich einseitig erscheinen. Ich betone, dass es nicht möglich war, den natürlichen Wiesencharakter der Formationen noch zu erkennen, die Waldformationen dagegen dürfen als besser erhalten angesehen werden.

Genauere Angaben über die Pflanzenwelt des Kyffhäusers findet man in der Dissertation von A. Petry. [1])

Bei einem Blick über die Landschaft des Kyffhäusers von S. nach N. fällt sofort der starke Unterschied auf zwischen der Vegetation der südlichen, zum Tal der Kl. Wipper abfallenden Hänge, die von der Ferne gräulich-blau, gleichsam vegetationslos erscheinen und der Vegetation des anschliessenden Berglandes, das üppige Wälder trägt. Auch die West-und Osthänge, tragen ein reiches Pflanzenkleid. Da aber bei den Ost-und Westhängen die bodenbildenden Gesteine die gleichen, d. h. Gipslager sind und der Unterschied zum Teil in den Insolationsbedingungen besteht, so veranlasst mich schon dieser Umstand allein, die Böden, die sich auf Gips bilden, je nach der Exposition der Hänge voneinander zu trennen.

Wir beginnen mit den kahlen Südhängen, die in den meisten Fällen recht steil abfallen. Die steilsten und am schärfsten hervortretenden Punkte des Reliefs bestehen aus nackten Gipsfelsen (Phot. Nr. 1, 2.). An weniger steilen Hängen tritt der Gips in mehr oder minder verwittertem Zustand uns entgegen. Dann siedeln sich auf den Verwitterungsprodukten gewisse Pflanzen an, von denen die Vertreter der Ericaceaen zu nennen wären, es sind aber auch echte Gipspflanzen zu beobachten. Von den Pflanzen, die sich gewöhnlich auf Verwitterungsprodukten des Gipses ansiedeln, seien nur folgende genannt: Cirsium acaule, Scabiosa suaveolens, Calluna vulgaris, Cirsium eriophorum, Dactylis glomerata, Gipsophyla fastigiata, Thymus serpyllum, Helianthemum fumana, Ononis spinosa, Origanum vulgare, Silene, Leontodon u. e. a. ausserdem Moose und Flechten. Bei kleinerem Neigungswinkel der Hänge und in kleinen Kesseln wird die Pflanzenwelt reicher und wir finden dort ausser Krautgewächsen auch Sträucher: Crataegus oxyacantha (spr)[2]), Rosa rubiginosa (sol), Viburnum Lantana (sol). Was die Kräuter anbetrifft, so wurden in der Nähe des Bodenprofils ausser den obengenannten, noch folgende gefunden:

Carlina acaulis (gr)	Daucus carota (sol)
Hypericum elegans (spr)	Gentiana cruciata (spr)

[1]) Die Vegetationsverhältnisse des Kyffhäuser Gebirges von Dr. Arthur Petry 1889.

[2]) Um die Anzahl der Pflanzen zum Vergleich angeben zu können, haben wir uns bei der Beschreibung der Pflanzenformationen folgender Abkürzungen bedient: Cop. — viel, reichlich; spr. — verstreut; gr. — gruppenweise; sol — einzeln.

Hieracium Pilosella L (spr)
Senecio erucifolius (spr)
Dianthus caesius (sol)
Oxytropis pilosa (sol)
Saxifraga caesia (spr)
Stipa pennata (gr)
Erythrea linariaefolia (sol)
Origanum vulgare (gr)
Lotus corniculatus (gr)
Silene Otites (spr)
Asparagus officinalis (sol)
Echium vulgare (sol)
Coronilla montana (gr)
Helianthemum fumana (sol)
Thymus chamaedrys (sol)

Dieser Formation wären noch eine ganze Reihe der Vertreter der Gramineen anzuschliessen. Unter dieser Pflanzengemeinschaft ergibt sich trotz des Bodenprofils (bei Falkenburg):

Hor. A_0 — Rasenschicht 2 — 5 cm.

A_1 — hellgrauer von Wurzeln durchwirkter Boden 12—15 cm. sehr feinkörnig, mit eingelagerten Gipsstücken.

B — Verwitterungsprodukte von Gips (Platten und Brocken), von hellgrauer oder gelblicher Farbe.

C — Entstehender Gips.

Dieses Profil zeigt das erste Stadium der Bodenbildung, wobei nur die ersten Horizonte des werdenden Bodens angedeutet sind.

An einem sanft abfallenden Hang, einem Kessel oder gar einer gegen S. langsam abfallenden Berglehne finden wir ein viel deutlicher ausgeprägtes Bodenprofil.

Das Bodenprofil (Nr. 4) an der Falkenburg, an einem südlichen, sanft abfallenden Hange, fast am Berggipfel:

Hor. A_0 — Rasenschicht mit Einlagerungen von grobkörnigem Material, dunkelgrau, 5—6 cm. stark.

A_1—Hellerer in trockenem Zustande grauer, angefeuchtet dunkelbrauner Boden, ohne ausgeprägte Struktur. Enthält sowohl feines, als auch grobkörniges Material. Stärke—36 cm.

B. — gräulich — gelblich, an feinkörnigem Material reich, 20 cm. stark.

C — geschichteter Gips.

Die Proben mit verdünnter Salzsäure auf die Anwesenheit konhlensauren Kalkes in den einzelnen Horizonten ergab:

Hor. A. — bemerkbares Aufbrausen, Hor. B. — stärkeres Aufbrausen, Hor. C. — Kein Aufbrausen.

Die von mir vorgenommene mechanische Analyse durch Sieben ergab folgendes:

Hor. A_1

Teilchen über 5 mm — 98% (Gipsstücke)
„ „ > 2 mm — 1,89
„ „ > 1 mm — 14,54
„ „ von 1 bis 0,002 mm 82,60
100,01%

Somit entfallen auf Feinsand, Grobton und Feinton 82,60%, das übrige auf grobkörniges Material.

Hor. B.

Teilchen über 5 mm — 0,804%
„ „ > 2 mm — 9,30
„ „ > 1 mm — 17,296
von 1 bis 0,002 — 72,60
100,00%

Im Vergleich mit dem höhergelegenen Horizont besteht der Hor. A aus gröberem Material mit einer grösseren Menge eingelagerter Gesteinstrümmer. Trotzdem zeigt die mechanische Analyse den Reichtum dieses Bodens an feinkörnigem Material. Bei mikroskopischer Untersuchung dieser Teilchen erwiesen sie sich als kleine aus Ton und Schlammteilchen bestehende Körnchen, was auf vor sich gehende Koagulationsprozesse deutet.

An anderen nördlichen und östlichen, namentlich aber an den Westhängen bessert sich der Charakter der Vegetation und schliesslich ist sogar eine üppige Entwickelung derselben festzustellen. So sind z. B. beim Untersuchen des Gipsbodens am Westhange bei der Ochsenburg folgende Pflanzen auf ihm beobachtet worden, die auf einer Fläche von 50 qm. gefunden wurden: (St. 41).

Dabei wären noch die Kräuter zu nennen, die an kleinen verstreuten Wiesenflächen vorkommen, da im älteren Walde sich eine Schicht abgefallener Blätter und Waldstreu ansammelt, die das Gedeihen dieser Kräuter verhindert.

Die Bodenprofile haben gezeigt, dass die Böden dieser bewaldeten Hänge sich wenig von den vorher beschriebenen Gipsböden unterscheiden. Anstatt der Rasenschicht finden wir hier eine 5-6 cm. dicke Schicht von Waldstreu, worauf ein Humushorizont folgt, dessen Stärke zwischen 20 und 30 cm. schwankt, zuweilen aber in Kesseln eine Stärke von 50 cm. erreicht. In Bau und seiner Struktur unterscheidet er sich hauptsächlich von Bodenprofil Nr. 4 nur durch die Anwesenheit von feinkörnigem Material. Unter dem Einflusse der Koagulation, einerseits, und

infolge des sie durchwirkenden Wurzelsystems anderseits, besitzen die Humushorizonte eine körnige oder feinkörnige Struktur.

In einigen kleineren Tälern und Schluchten sind grosse Anhäufungen von Rohhumus angetroffen worden. Proben von solchem Humus, der sich unter Linden-Eichenformation (Profil Nr. 14 bei Schweinskopf) gebildet hatte, wurden von mir entnommen und der Gehalt an organischer Substanz untersucht. Die Analyse wurde nach Gustavsohn vorgenommen und ergab folgendes;

Verlust beim Glühen 30,03%
Humus 15,26%

Die Osthänge sind zwar der Flora nach etwas ärmer, weichen aber sonst von den Westhängen wenig ab. Es muss aber auch betont werden dass infolge der geringen Höhe des Kyffhäusergebirges und der geringen Entfernungen keine so scharfen Unterschiede vorhanden sein können.

Was die nördlichen, kälteren Hänge anbetrifft, so überwiegen an ihnen Fichte, Kiefer, Lärche, Espe und Birke.

Die Bodenprofile haben gezeigt, dass die dem Norden exponierten Böden in Bau und ihrer Struktur von denjenigen anderer Hänge nur wenig abweichen. Das Einzige, was uns festzustellen gelang, ist ihre etwas grössere Feuchtigkeit und die etwas dunklere Färbung des Humushorizontes. Die Eichenwälder geben eine grosse Menge Pflanzenreste. Während diese aber an den Südhängen einer verhältnissmässig raschen Verwesung unterliegen, ist an den Nordhängen die Humuszersetzung infolge der niedrigeren Temperatur verlangsamt. Wenden wir uns jetzt von dieser allgemeinen Charakteristik der Pflanzenwelt und der Böden, die auf den Zechsteingipsen sich entwickeln, zu ihrer chemischen Zusammensetzung, so muss zunächst bemerkt werden, dass wegen der grossen Bedeutung die Reaktion der einzelnen Böden diese bei den Arbeiten im Gelände bestimmt wurde. Ich habe die Methode von Comber angewandt. Die Reaktionen wurden an Ort und Stelle vorgenommen, da mir öfters bei Bodenforschungen von Glinka gesagt wurde, dass die Bodenreaktion im Laboratorium, namentlich im lufttrockenen Zustande, sich ändern kann.

Der Wasserauszug, zwecks Feststellung schädlicher Salze ergab folgendes Resultat:

Cl . . . . . Spuren
SO_3 . . . . . 0,03% [1])

Die Analysen der anderen Bestandteile des Bodens wurden in 10-prozentiger Salzsäure (Spez. Gewicht 1.05) vorgenommen. Diese in Salzsäure löslichen Teile sind zur Aufklärung

[1]) In allen unten angegebenen Analysen sind die Berechnungen in bezug auf lufttrockenen Boden gemacht worden.

der Bewegung in den Horizonten am wichtigsten und überhaupt für die Prozesse der Bodenbildung von grosser Bedeutung.

Einer genauen Analyse sind horizontweise die Bodenproben des oben beschriebenen Profils Nr. 4 auf dem Südhang von Falkenburg unterworfen worden.

	Hor. A.	B.	C. (Verwitterungsprodukte von Gips.)
Die Reaktion	schwach alkalisch	stärker alkalich	schwach alkal.
Humus . . .	8,08%	2,27%	
H_2O bei 100°C.	5,55 „	2,48 „	
Gluhrverlust .	14,09 „	5,49 „	17,16
In 10 prozentiger Salzsäure löslich:			
SiO_2,TiO_2 . .	0,18	0,16	0,37
Fe_2O_3,Al_2O_3 .	1,78	2,86	0,97
Mn_3O_4 . . .	0,07	0,01	—
CaO	14,35	25.99	36.41
MgO	0,89	1.61	0.91
K_2O,Na_2O . .	0,41	0.86	0.79
P_2O_5	0.05	0.06	Spuren
SO_3	0.36	0.87	40.71
CO_2	10.59	26.55	3.69
Cl	Spuren	Spuren	Spuren
Summe des Löslichen . .	42.31%	63.72	101.01
Unlöslichen .	57.81	36.37	0.37
	100.12%	100.09%	101.38%

Zunächst fällt die Armut des Horizontes A an Sulfaten auf, während Chlor in allen Horizonten nur spurenweise (wohl als Auslaugungsrest der Salze in der Tiefe) beobachtet ist. Mit zunehmender Tiefe steigt das Quantum an SO_3. Kohlensäure reicht von Horizont A nach Horizont B zu, um im Horizont C sehr gering zu werden. Charakteristisch sind die damit in Zusammenhang stehende Mengen von CaO, dass in der höheren Horizonten im wesentlichen als Kalziumkarbonate ausgebildet ist, während es im Horizont C vorzugsweise als Gips erscheint. Die grösste Ansammlung von Kalkkarbonaten ist im Horizonte -- B — festzustellen, nach unten aber nimmt das Quantum stark ab, da im Horizonte — C — nur 3. 69% Kohlensäure vorhanden sind. Ferner ist auch eine unbedeutende Zunahme an Magnesium im zweiten Horizonte festzustellen.

Der Humusgehalt nimmt naturgemäss mit der Tiefe bedeutend ab. Schliesslich ist noch ein verhältnismässig geringer Gehalt von K und Na in allen Horizonten vorhanden.

Interessant ist, dass in den oberen Horizonten Phosphor und Mangan vorhanden sind, die aber in den Bestandteilen des Muttergesteins nicht nachgewiesen sind. Es ist anzunehmen, dass die Anreicherung der Phosphorsäure bei der Zunahme der Kolloide, welche diese Phosphorsäure absorbiert enthalten, während im Ursprungsgesteine die Phosphorsäure quantitativ zurücktritt daher mit den gewöhnlichen chemischen Methoden nicht feststellbar ist. Die Sulfate sind leicht löslich im Gegensatz zu den Karbonaten. Der kohlensaure Kalk führt die Bildung von Schwarzerde herbei, der Boden wird daher dunkel und der Humusgehalt erreicht bis 8 %. Phosphor und Mangan könnten aus dem Material entstehen, das in Form von graugelben Streifen zwischen den einzelnen Gipsschichten eingelagert ist, indem bei Zersetzung der Gipsschichten diese Einlagerungen, wenn auch vielleicht nur spurenweise, gelöst werden.

Am zu Tage stehenden Gipsgestein ist zu beobachten, dass die Wurzeln, namentlich der Bäume, recht tief — bis 3 m., vielleicht auch noch tiefer, in den Gips hineintragen.

Williams meint, im Gegensatz zu der Hauptmasse der Forscher, die die Bildung zahlreicher Substanzen [1]) in den kolloidalen Massen der Böden annehmen, dass die Anwesenheit der Zeolithmineralien im Boden, zudem noch in Form äusserst feiner Tonelemente, allen unsern Kenntnissen vom Verhalten der Silikate und Alumosilikate zu den Agentien der chemisehen Verwitterung widerspricht. Williams erklärt diese interessante Fähigkeit des Bodens sich an einigen Stoffen zu bereichern, nicht durch Absorbtion, sondern dadurch, dass die Entwicklung der Pflanzen auf dem Muttergestein eine Ablagerung organischer Stoffe in den oberen Horizonten zur Folge hat, wobei aber auch unumgänglich Aschenelemente abgelagert werden, die mit den organischen Substanzen in Verbindungen eingehen. Diese Aschenelemente der Humusstoffe bleiben am Ort ihrer Ablagerung d. h. im Boden, solange der organische Stoff, dessen konstitutionellen Bestandteil sie ja bilden, erhalten bleibt, und werden erst nach Zerstörung der Humussubstanz gelöst. Durch diese Eigenschaft der Pflanzen ist es am leichtesten das Auftreten der Phosphorsäure in den Oberflächenhorizonten in so bedeutender Menge wie 0,05 — 0,06 % zu erklären. Selbstverständlich wollen wir aber nicht leugnen, dass Staub und feiner Sand und damit möglicherweise auch Phosphorsäure auf die Oberfläche des Bodens gelangen und bei der Verwitterung dem Boden und schliesslich den Pflanzen zugute kommen. Gleichzeitig mit dem Wuchse und Entwicklung der Pflanzen werden in den oberen Bodenschichten Pflanzenreste und Humussubstanzen abgelagert, wobei die letzten nach der Theorie von Williams den Boden mit Asche — Elemente, insbesondere Phosphor, bereichern.

[1]) Prof. W. R. Williams. Allgemeine Ackerbaulehre. Moskau 1920 (in russischer Sprache) S. S. 64,66.

Kehren wir zur Frage über den Verwitterungstypus der Gipsböden zurück, so müssen die Ergebnisse der Analysen hauptsächlich in bezug auf die Kalkkarbonate besonders berücksichtigt werden. Die Ergebnisse der Analysen des ersten und zweiten Horizontes scheinen anzugeben, dass der zweite Horizont an Ca besonders reich ist. Da aber in beiden oberen Horizonten zugleich eine beträchtliche Menge von CO_2 enthalten, so folgt daraus, dass hier eine Ausscheidung und Ansammlung von Kalziumkarbonaten vorliegt. Wenn die Auslaugung von Alkalien auch leicht vor sich geht, so vollzieht sich die Lösung des verhältnismäsig schwer löslichen Kalkes bedeutend langsamer.

Diese Bedenken lassen sich aber leicht beseitigen, wenn man berücksichtigt, dass wir es nicht mit den natürlichen Böden zu tun haben, aus dem die Salzsäure alle löslichen Stoffe extrahiert. Gewisse Gipsböden enthalten sehr grosse Mengen von $CaCO_3$ und organisher Substanz (letztere hauptsächtich im oberen Horizonte) und in Vergleich mit ihnen ganz geringe Mengen anderer Stoffe. So zeigen z. B. die auf St. 93 angegebenen Analysen, dass im Horizonte A_1 von der ganzen Menge der löslichen Stoffe d. i. von 42,31%, auf Humus, H_2O, Co_2 — 24,22%, — auf Mineralstoffe dagegen nur 18,09% entfallen. Im Horizonte B entfallen aus der ganzen Menge der löslichen Stoffe d. h. von 63,72%, auf Wasser, Organ. Substanz und Kohlensäure 31,30%, auf Mineralstoffe 32,42%. Deshalb wird der wirkliche Gang des Prozesses der chemischen Verwitterung viel deutlicher erscheinen, wenn wir eine Umrechnung nur in bezug auf die Summe der Basen vornehmen, den Verlust beim Glühen und die Kohlensäure dagegen aus der Gesammtsumme ausschliessen. Auch für den Horizont C, d. h. für den unterlagernden Gips schliessen wir den Verlust beim Glühen, die Kohlensäure und unlösliche Kieselsäure aus, da sich der Gips beim Untersuchen von einer obenangegebenen geringen Menge von Kieselsäure abgesehen, vollständig aufgelöst hatte.

Nach Umrechnung erhalten wir;

	Hor. A_1	B.	C.
SiO_2	0,99%	0,49%	0,47.
Fe_2O_3, Al_2O_3 .	9,84	8,82	1,22.
Mn_3O_4	0,38	0,03	—
CaO	79,32	80,16	45,63.
MgO	4,92	4,96	1,14.
K_2O,Na_2O . .	2,27	2,68	0,99.
P_2O_5	0,28	0,19	—
SO_3	1,99	2,69	51,03.
	99,99%	100,02%	100,48%

Wenn wir aber dasselbe berechnen, dass CO_2 zu den Mineralteilen zugefügt wird—bekommen wird folgendes:

	Hor. A_1	B.	C.
SiO_2	0,63	0,28	0,46
Fe_2O_3,Al_2O_3 . .	6,20	5,02	1,16
Mn_3O_4	0,24	0,02	—
CaO	49,95	45,09	43,40
MgO	3,10	2,8	1,09
K_2O,Na_2O . .	1,42	1,51	0,94
P_2O_5	0,18	0,11	—
SO_3	1,26	1,51	48,6
CO_2	37,05	43,76	4,47
	100,03	100,1	100,12

Daraus ist ganz deutlich zu sehen, dass im Horizont B keine Anreicherungen an CaO stattfindet, im Vergleich aber mit dem Horizont A und C hat der Horizont B eine grössere Menge von CO_2. Nicht minder klar wird auch der Einfluss der Vegetation auf den Horizont A_1 im Vergleich mit den anderen. Er ist gerade an den Elementen reich, welche dem Muttergestein fehlen, und die sich im Horizonte sogar ohne den Einfluss solcher Formationen, wie die Kräuter, ansammeln. Die Mengen von P, Mn und Fe übertreffen auch wirklich deren Gehalt in den tieferliegenden Bodenhorizonten. Die Prozesse der Abtragung und Auswaschung sind nur bei beweglichen Verbindungen, wie K, Na und SO_3 entweder gar nicht, oder nur in sehr geringem Grade festzustellen. Interessant ist der scharfe Unterschied der Mengen von SO_3 in dem oberen und den unteren Horizonten. Wie nach der ersten, so ist es auch nach der zweiten Berechnung ersichtlich, dass im Hor. A und B in geringer Menge Schwefelsäure vorhanden ist (bei der letzt. Berechnung 1.26 und 1.51%), aber dafür ist eine grössere Menge CaO (im Hor. A—49.95% und im Hor. B—45.09%) und dem entsprechend eine bedeutende Menge Kohlensäure. Ergo kann man eine Auswaschung der Schwefelsäure und am Orte eine Bildung von wenig beweglichen Kalkkarbonat annehmen. Ebenfalls ist in den oberen Horizonten die Stabilität des MgO ersichtlich. Wichtig wäre noch hinzuzufügen, dass die an wenigen Stellen auftretenden Quellwasser beim Austritt aus Gipsgesteinen von hellbläulicher Farbe klar und reich an Schwefelsäure sind (z. B das Wasser in der Barbarossa-Höhle), während es an organischen Substanzen äusserst arm ist.

Die entstandenen frischen primären und sekundären Kalkkarbonate sind aktiv in bezug auf Festhaltung von Humussubstanzen. Unten werden wir sehen, dass Kalkgesteine am Kyffhäusergebirge eine derartige Aktivität in bezug auf Humus nicht besitzen.

Jetzt wäre noch der Zusammenhang des Horizontes C mit dem Muttergestein zu erläutern. Obwohl wir bei der Beschreibung des in Frage kommenden Bodenprofils den Horizont C als das Muttergestein bezeichnet hatten, so müssen wir hier bemerken

dass letzteres nicht homogen erscheint. An der Oberfläche des Gipses, namentlich aber an Rissen, endlich auch in Vertiefungen liessen sich Verwitterungsprodukte des Gipses bemerken, deren äusseres Aussehen wesentlich von Gips abweicht. Sie bestanden nicht aus durchsichtigen Gipslamellen, sondern hatten das Aussehen eines weissen, körnigen Sandes. Dieses körnige Material ist das erste Stadium der Verwitterung von Gips. Zum Untersuchen wurde nicht der harte unveränderte Gips genommen, sondern sein Verwitterungsprodukt.

In der unten folgenden Tabelle werden die Ergebnisse der von mir vorgenommenen Analysen der Verwitterungsprodukte und des unberührten gipsartigen Muttergesteins — (wasserenthaltende anhydritische Gestein), einander gegenübergestellt. Aus dieser Gegenüberstellung kann man einen Schluss auf die Richtung der chemischen Verwitterung im ersten Stadium der Zerstörung des gipsartigen Gesteins ziehen: [1])

Verwitterungsprodukte		Gestein
SO_3	40,71%	50,26%
CaO	36,41	39,17
CO_2	3,69	3,27
MgO	0,91	0,35
SiO_2(unlös.)	0,37	0,86 (im ganzen)
Fe_2O_3, Al_2O_3	0,97	0,48
K_2O,Na_2O	0,79	0,77
P_2O_5	Spuren	—
H_2O	—	5,61
Bitumen	—	0,03
Glühverlust	17,16	—
	101.01 %	100.80%

Es ist zunächst eine bedeutende Abnahme von SO_3 und eine unbedeutende von Ca auffällig, anderseits aber auch die Zunahme des Prozentgehaltes von Mg, Sesquioxyden und CO_2. Das Quantum der Alkalien ist wenig verändert. Dabei wäre noch zu bemerken, dass weder das Anhydritgestein noch Gips mit schwachen Säuren ein bemerkbares Aufbrausen zeigen, während bei den Verwitterungsprodukten ein schwaches Aufbrausen beobachtet wird. Ein bedeutender Verlust beim Glühen deutet nicht allein auf eine Menge von chemisch gebundenem Wasser. Nächst dem weissen, körnigen Verwitterungsprodukt, kommt ein anderes von derselben Struktur aber gelblich-weiss, gelblich oder gelblich-braun gefärbt vor. Das weisse Verwitterungsprodukt ent-

[1]) Wenn wir zur Vergleichung der Verwitterung nicht die anhydritische Gesteine nehmen, die 5.61% H_2O enthalten, sondern den reinen Gips, der 32.54% CaO, 47.51% SO_3 und 20. 95% Wasser enhalten sollte, während der Verwitterungsprodukt des Gesteines enthaltet: 36, 41% CaO, 40, 71% SO_3 und 17. 16% Glühverlust — so würde auch in diesem Falle im Verwitterungsprodukte Abnahme der Sulfate und Bildung der Kalkkarbonat entstehen.

hält sehr wenig Eisen und mehr Aluminium, im gelben Verwitterungsprodukte ist der Eisengehalt dagegen bedeutend grösser.

Eine Analyse auf lösliche Eisen- und Aluminiumverbindungen im Horizonte B eines anderen, über dem gelblichen Produkte, liegenden Bodens, zeigt, dass das Quantum der Sesquioxyde 2,71 % erreichen kann.

Die Beschreibungen der Gipsböden in der Bodenliteratur sind ganz kurz und klären deren Bildung nicht auf.

Ein reichhaltiges Material über geologische und morphologische Eigenschaften der Böden ist im kürzlich erschienenen Werke von Glinka: „Die Böden Russlands und anliegender Länder" enthalten.[1]) Auf den weiten Flächen des europäischen und asiatischen Russlands sind namentlich in den letzten 10 Jahren vor Ausbruch des Krieges Bodenforschungen unternommen worden. Leider sind infolge des Weltkrieges und der darauf folgenden revolutionären Wirren die Beobachtungen vieler Forscher unbearbeitet geblieben. Es ist nur gelungen, einen Teil der vorläufigen Berichte in den Druck zu geben.

Viele Arbeiten sind Glinka — dem Leiter aller Bodenforschungen in Russland, — abgeliefert worden, konnten aber bis jetzt nicht veröffentlicht werden. Dies ist mir aus eigener Erfahrung gut bekannt, da infolge der obenerwähnten Umstände auch meine Arbeiten nicht veröffentlicht worden sind. Dabei müsste aber darauf hingewiesen werden, dass wir nicht in der Lage waren, die Böden einer chemischen Analyse zu unterziehen und das eingesammelte Material ausführlich zu bearbeiten, weshalb in der von Glinka unternommenen zusammenfassenden Bearbeitung auch wenig chemische Angaben über die Böden Russlands zu finden sind.

Trotzdem gibt es aber in den weiten untersuchten Flächen viele Ausscheiden von Kalk und Gipsgesteinen. Bezüglich der Morphologie der letzteren finden wir im genannten Werke Hinweise auf Tkatschenko, welcher die Gipsböden der nördlichen Waldzone Russlands (Olonetzkisches Gebiet) beobachtet hatte. Er beschreibt das Bodenprofil wie folgt: die obere Schichte von schwarzer Waldstreu, 2—3 cm. stark; darunter eine Zwischenlage von schmutzig-weissem porösen Gips 2—4 cm. stark; dann folgt ein Horizont von zerfallendem Gips, 20 cm. stark, und darunter ein hartes Gipsgestein. Ausserdem bemerkt Tkatschenko, dass öfters unter der Waldstreu eine orangefarbene, sandige 6—8 cm. starke Schicht liegt. Die auf Gipsböden wachsenden Wälder bestehen hauptsächlich aus Lärchen (Larix). Die mittlere Jahrestemperatur für diese Gegenden beträgt 4°, die mittlere Niederschlagsmenge ungefähr 600 mm, folglich liegt der obenbeschriebene Boden im Vergleich mit dem Kyffhäuser-Gebirge unter bedeutend kälterem Klima, hat aber etwas mehr Niederschläge. Die nie-

[1]) K. D. Glinka. Die Böden Russlands und anliegender Länder. Petrograd, 1923 (in russischer Sprache).

drigere Temperatur setzt die Verwitterungsprozesse herab und da durch lässt es sich auch erklären, dass die Böden dort noch unzersetzte Verwitterungsreste enthalten. Trotzdem sind die Angaben für uns doch von Interesse, da sie erstens eine Oberschicht von fast schwarzer Farbe feststellen, während wir (am Kyffhäuser) infolge intensiverer, stärkerer Zersetzung organischer Substanzen eine dunkelgraue beobachtet hatten, zweitens aber die Verwitterungsprodukte ganz gleichartig erscheinen: in einem Falle ein zerfallender Gips (am Kyffhäuser pulverförmiger körniger Gips), im anderen dagegen eine oft vorkommende orangefarbene Schicht (am Kyffhäuser war sie von gelblicher, gelblich-rötlicher Farbe).

Das Vorkommen von Gips ist auch in vielen anderen Gegenden festgestellt worden, er kommt z. B. auch in Litauen vor, wo die oberen dunkeln Humushorizonte beobachtet wurden. Alles dies könnte darauf hindeuten, dass in Gegenden mit niedriger Jahrestemperatur die Verwitterung der Gipsgesteine in ähnlicher Weise vor sich geht, obwohl das Stadium der Bildung dunkler feinkörniger oberer Horizonte nicht erreicht wird, wenn gleich ein oberer dunkler Humushorizont (in Litauen wenigstens) vorhanden ist.

Nachdem wir nun die bodenkundlichen Eigenschaften der Gipsböden erläutert haben, muss die vorhin nicht beantwortete Frage über die Einwirkung der Gipsböden auf die Vegetation wiederaufgenommen und versucht werden zu erklären, weshalb an den Südhängen kein Wald gedeiht, während die anderen Hänge waldreich sind. Es wäre hier zu vermerken, dass in Ebenen anderer Gegenden auf Gips nicht allein der Wald normal vorkommt, sondern, dass solche Pflanzengeographen, wie Warming und Schimper, in ihren klassischen Werken den günstigen Einfluss des Gipses auf die Baumvegetation betonen [1]).

Da auch die chemische Analyse zeigt, dass an den Südhängen die schädlichen Cl- und SO_3-Salze in beträchtlichen Mengen nicht vorkommen, könnte diese Frage für erledigt gelten, aber nur für die analysierten Böden. Die Forscher betonen oft die schädliche Einwirkung von Soda. Aber das Vorhandensein von Soda ist überhaupt nicht anzunehmen, da, wie die oben angeführten Analysen verschiedener Horizonte zeigen, K und Na nur 0,4—0,8% betragen, so dass die Sodamenge keine beträchtliche werden kann. Diejenigen Sodamengen aber, die im Boden vorkommen können und hauptsächlich als zeitweilige Uebergangsverbindungen bei der Zerstörung von Humusstoffen im Zusammenhang mit den Verwitterungsprozessen entstehen, werden ihren schädlichen Einfluss nicht ausüben können, da in Gipsböden sich gleichzeitig und in viel grösseren Mengen Sulfaten bilden, welche den Einfluss der Soda lähmen.

---

[1]) A. Schimper. Pflanzengeographie auf physiologischer Grundlage. 1898.
[2]) E. Warming. Lehrbuch der oekologischen Pflanzengeographie. 1896.

Glinka gibt an [1]), dass bei Anwesenheit grosser Mengen von Clor und SO_3 Salzen, die Soda ihre Eigenschaften nicht entfalten könne, sogar wenn sie in den Böden in bedeutenden Mengen vorkomme. Aus einem an Cl- und SO_3-Salzen reichen und Soda in bedeutenden Mengen enthaltenden Boden, sagt Glinka, entsteht doch kein Ssolonetz, sondern ein schwach salziger Boden (Ssolontschak), da die grosse Menge der genannten Salze die Einwirkung der Soda aufhebt.

Daher können wir nicht in diesem Falle den Grund für die Waldlosigkeit im chemischen Bestande der Böden zu sehen, obwohl ich bei den obenangeführten Analysen die schädlichen Salze suchte, so ergaben die von mir genommenen Bodenproben nicht die gewünschten Resultate. Da aber die Pflanzen, ausser einer bestimmten Menge von Nährstoffen, auch einer gewissen Feuchtigkeit des Bodens bedürfen, muss dieser wesentliche Umstand genauer besprochen werden.

Der Horizont B enthält nur 2,48 % hygroskopisches Wasser. Diese Feuchtigkeit reicht entschieden für die Pflanze nicht aus. In tiefer gelegenen Horizonten gibt es wohl mehr Wasser, es ist aber als Kristalisationswasser mit dem Gips eng verbunden. Freie Feuchtigkeit gibt es im Boden wohl auch recht wenig, da während meiner Arbeiten es von Zeit zu Zeit geregnet hatte und der Boden in einer Tiefe von 40—50 cm. doch stets trocken war.

Die Südhänge sind recht steil und daher wird das Regenwasser nicht in grösseren Mengen festgehalten. Der an der Hängen vorbeistreichende Wind fördert die Verdunstung. Infolge der südlichen Exposition und reichlichen Erwärmung im Sommer werden die Südhänge stärker erwärmt und verlieren auch dadurch die Feuchtigkeit. Bodenwasser kommt spärlich (ungenügend) vor, Grundwasser äusserst selten, so dass von irgend einer unteren Feuchtigkeitsquelle und vom Aufsteigen des Wassers keine Rede sein kann. Dazu kommt auch ferner das Vorhandensein von Anhydrit unter dem Gips, welcher den geringsten Ueberfluss von Wasser in der Tiefe aufnehmen würde. Doch nicht alle angegebenen Umstände (Wind, Transpiration), können einen Mangel an Feuchtigkeit verursachen.

An einigen sowohl steilen als auch flachen Südhangen, mit tiefgründigen Böden, macht das hiesige Forstamt Versuche mit künstlicher Bewaldung. Es werden Tannen, Lärchen und 2 Varietäten von Fichten angepflanzt, aber an den Flächen mit einer deutlichen Abdachung nach Süden sind die Anpflanzungen entweder vollständig abgestorben, oder sehen recht kläglich aus. Dagegen gelingt der Anbau an denselben Böden, die aber eine Abdachung nach Norden besitzen. Es scheint, dass der Grund für das Misslingen der Bewaldung und der Waldlosigkeit der Südhänge überhaupt eher in den ungünstigen Feuchtigkeitsbedingungen der Böden zu suchen wäre.

[1]) K. D. Glinka. Die Böden Russlands und anliegender Länder.

Ein etwa gleiches Bild kann auch in Südrussland beobachtet werden, wo auf der nährstoffreichen Schwarzerde keine Wälder vorkommen und die künstlich angepflanzten entweder im ersten Jahre eingehen, oder nach 12—14 Jahren austrocknen. Eine ganze Reihe von Forschern beschäftigte sich mit der Aufklärung dieser Frage. Korschinski, Tanfilieff.*) Krawkow u. a. versuchten die Waldlosigkeit auf Grund schädlicher chemischer Verbindungen zu erklären, oder auch durch die Anwesenheit eines s. g. „toten Horizontes". Letzterer stellt einen tiefer liegenden Horizont von Schwarzerde vor, in welchen die aus den oberen Horizonten ausgelaugten Salze abgesetzt werden, also nicht in das Grundwasser gelangen können, da dieses sehr tief liegt. Die darauffolgenden Arbeiten einiger Forscher, namentlich diejenigen des Forstmanns und Pedologen Wissotzki haben aber ergeben, dass nicht allein ungünstige Feuchtigkeitsbedingungen der tiefen Horizonte, sondern ungünstige meteorologiche Bedingungen überhaupt (Trockenheit der Luft) die Schwarzerde für den Baumwuchs ungeeignet machen, u n g e a c h t e t ihrer landwirtschaftlichen Fruchtbarkeit.

Ganz anders verhält es sich mit den nördlichen, östlichen und westlichen Hängen der Gipsberge, an denen der Einfluss der die Bodenfeuchtigkeit herabsetzenden Faktoren stark zurücktritt.

Dank diesem Umstande konnten sich Holzgewächse ansiedeln, mit ihrem Auftreten aber und der Bildung von Wäldern und von Waldstreu wurde die Möglichkeit für die weitere Ausbildung immer grösser, da die Laubdecke den Boden vor Verdunstung schützt. Der Wald entzieht wohl recht viel Bodenwasser durch Transpiration und der Stand der Grundwässer in den Waldgegenden liegt bedeutend tiefer als an offenen Stellen, wie durch die bekannten Forschungen von Ebermayer, Ramann und Prof. Otozki**) bewiesen worden ist. Doch muss es angenommen werden, dass diese Böden durch Transpiration weniger Feuchtigkeit verlieren als die Südhänge infolge einer ganzen Anzahl für die Feuchtigkeit ungünstiger Bedingungen. Trotz der Feuchtigkeitsabgabe durch Waldtranspiration sind die oberen Bodenhorizonte in den Wäldern des Kyffhäusers feuchter als an offenen Stellen.

Eine solche Aufspeicherung von Feuchtigkeit konnte an den Südhängen infolge ungünstiger Exposition, Insolation u. dgl. nicht entstehen. Schon seit 100 Jahren wird von vielen Botanikern die Waldlosigkeit der Südhänge des Kyffhäusergebirges besprochen und durch unsere chemischen Analysen versuchten wir der Lösung der Frage etwas näher zu kommen. Es wäre jetzt die allgemeine Frage vom Einfluss der Gipsböden auf die Ve-

*) Tanfilieff. Die Waldgrenze in Südrussland. Abhandlungen der Expedition des Forstdepartements 1894 (in russischer Sprache).

**) Otozki. Die Grundwasser. T. I. Petrograd (in russischer Sprache).

getation zu behandeln. Nach Ausschluss der besonders ungünstigen Böden mit ungenügender Feuchtigkeit, könnte man für normale Böden, da der chemische Bau und die Pflanzenformationen bekannt sind, die Frage beantworten, trotzdem es in der Fachliteratur einige Angaben gibt, die uns etwas stutzig machen. In der bodenkundlichen und agrikultur-chemischen Fachliteratur wird manchmal auf die Unfruchtbarkeit der Gipsböden hingewiesen. Puchner schreibt[1]) „$CaSO_4$ $2H_2O$, kommt ausnahmsweise in einzelnen geologischen Formationen als bodenbildendes Geistein vor und tritt dann in grösseren Mengen als Bestandteil der in diesem Fall sehr wenig fruchtbaren Böden auf. In geringem Grade findet er sich aber wohl in jedem Boden, weil er auch bei der Zersetzung schwefelhaltiger organischer Stoffe und gleichzeitiger Gegenwart von Kalk entstehen kann. Als Sulfat bildet der Gips einen wichtigen Pflanzennährstoff. Ausserdem wirkt er zersetzend auf manche Bodenbestandteile und verwandelt das beim Abbau stickstoffhaltiger organischer Substanz im Boden entstehende Ammonium-Karbonat in Ammonium-Sulfat unter gleichzeitiger Abscheidung von Kalziumkarbonat."

Andere Forscher[2]) geben eine noch stärker negativ lautende Charakteristik, indem sie darauf hinweisen, dass Gipsböden meist dürr und unfruchtbar sind. Ueber den Einfluss des Gipses selbst auf Kulturen ist bekannt, dass schon im klassischen Altertum die Düngung mit Gips oft angewandt wurde. Die Begründer der wissenschaftlichen Agronomie Liebig und Thaer haben die Bedeutung des Gipses als eines indirekt wirkenden, den Boden vor Verlust des Stickstoffs schützenden Mittels betont. Ausserdem wirkt das Kalcium und der Schwefel direkt düngend.

J. Sachs[3]) hat in seinen schon 1859 veröffentlichten Versuchen gezeigt, dass Gips die Transpiration der Pflanzen herabsetzt und dadurch einen sparsameren Verbrauch der Bodenfeuchtigkeit bewirkt. Gips selbst in geringer Menge des Bodenwassers gelöst, wirkt gleichsam als Regulator des Feuchtigkeitsverbrauches. Es stellt sich also heraus, dass, trotz der von uns angegebenen Trockenheit der Gipsböden, der Feuchtigkeitsverlust durch Transpiration verlangsamt ist. Die letztgenannte Theorie wurde ausführlich von Heiden[4]) in seiner Düngerlehre erläutert. Später wurde durch die Arbeiten Bussenhos, Pol-Wagners, E. Wolfs, Wollnys, Pichards und vieler anderer die Bedeutung der Einwirkung

---

[1]) Prof. Dr. H. Puchner. Bodenkunde für Landwirte.

[2]) Dr. Max Passon. Kleines Handwörterbuch der Agrikulturchemie 1910. S. 310.

[3]) Dr. Julius Sachs. Bericht über die physiologische Tätigkeit an der Versuchsstation bei Tharand. Landwirtschaftliche Versuchstationen. Erster Band 1859. Seite 203.

[4]) E. Heiden. Lehrbuch der Düngerlehre. 2. Auflage, Band 2, 1887 Seite 778.

des Gipses in anderer Hinsicht geklärt, wie z. B. der Anteil der Schwefelsäure bei Wechselreaktionen mit kohlensauren Ammonium, Magnesiasalzen und sogar Phosphaten. Wollny, der die chemische Einwirkung des Gipses auf dunkle alkalische Böden studierte, meint, dass sie in Wechselreaktionen mit Natriumkarbonaten besteht und dass dadurch die ätzende Wirkung der Alkalien auf die Pflanzen aufgehoben wird. Ausserdem werden infolge der Ausfallung der Humusstoffe die Bodenwässer farblos, was ich auch am Kyffhäuser zu beobachten Gelegenheit hatte.

Nicht geringere Bedeutung hat nach Wollny der Gips auch für die mechanischen Eigenschaften des Bodens, der einen lockeren, körnigen Bau erhält. Endlich zeigt Wollny den günstigen Einfluss des Gipses auf die Vegetation. Ausserdem fördert die Schwefelsäure die Ausscheidung von K., indem sie auf K enthaltende Hydroxylsilikate einwirkt. Da aber die Schwefelsäure vom Boden nicht aufgenommen wird, ist sie imstande mit den Bodenlösungen sich weiter zu bewegen. Hierbei wird das K als schwefelsaure Salz in die tiefer gelegenen Horizonte geführt. Versuche an Kulturpflanzen haben gezeigt, dass Pflanzen mit tief eindringendem Wurzelsystem auf Gipsdünger besser reagieren, da sie das aus dem oberen Horizonte in die tieferen Schichten gelöste K ausnutzen können.[2]) In den von uns untersuchten Böden entspricht die Verteilung von K und Na in allen Horizonten genau diesen Angaben, da es keinem Zweifel unterliegt, dass die in den Aschenstoffen entstehenden Elemente in Verbindung mit Schwefelsäure sich befinden, die darauf aus dem Horizonte A in den Horizont B wandern. Ehrenberg richtet die Aufmerksamkeit namentlich darauf,[3]) dass das Auswaschen der Erdalkalien in die Tiefe des Bodens nicht nur in Form kolloidaler Verbindungen sondern auch gleichsam auf mechanischem Wege unter Einfluss des Regenwassers stattfindet aber nur in dem Falle, wenn das Grundwasser tief liegt.

Wir haben schon darauf hingewiesen, dass diesem Prozesse die Pflanzenwelt des Kyffhäusergebirges ihr Leben verdankt. Tatsächlich, gerät ja, wenn man eine von ca. 70—80 cm. durchschnittliche Stärke für die oberen Horizonte annimmt das Wurzelsystem in ein Gipsgestein. Es gibt Fälle, wo die Anfangsstadien der Bodenkrume nur aus einem Humushorizonte von 10—20 cm. bestehen, dabei aber Birken, Eichen und andere Bäume ausgezeichnet fortkommen, obwohl der Gips ohne die Prozesse der oberflächlichen Verwitterung kein passendes Nährmittel bildet.

Mir scheint, dass keiner von denen, die den Kyffhäuser besucht haben, behaupten würde, dass der Gipsboden, mit Aus-

[1]) Dr. Wollny. Forschungen auf dem Gebiete der Agrikultur-Physik. Sechzehnter Band 1893. Seite 165.
[2]) Dr. Prianischnikow. Die Düngerlehre. Berlin. 1923.
[3]) Dr. Paul Ehrenberg. Die Bodenkolloide. 1922 S. 363.

nahme der Südhänge, unfruchtbar sei. Es wäre jetzt nur noch die Frage nach den Einfluss des Gipses auf die Kulturpflanzen aufzuklären. Auch jetzt werden zuweilen Saaten von Kulturpflanzen auf grobkörnigen Gipsböden angetroffen. Von soichen, und zwar auf geringen Flächen, haben wir Kartoffel-, Gerste-, Bohnen- u. e. a. Kulturen beobachtet. Der Boden, auf dem diese Pflanzen gedeihen war derart steinig, körnig, dass an der Oberfläche viel Trümmer der Gipsgesteine gefunden worden waren.

Die Böden waren an einigen Stellen ungedüngt, die Ernte war trotzdem erträglich. Interessant ist, das einige dieser Kulturen in kleinen Parzellen sogar an den Südhängen zu beobachten waren. Dabei muss bemerkt werden, dass die Reaktion der oberen Ackerhorizonte deutlich alkalisch war. Auf Grund aller besprochenen Tatsachen kann ich der verbreiteten Meinung, dass die Gipsböden den unfruchtbaren Böden zugerechnet werden müssen, nicht beistimmen. Im Gegenteil, sie sind für einige Pflanzenformationen mehr als fruchtbar und nur bei Mangel an Feuchtigkeit, aber auch dann nur einer beschränkten Anzahl von Fällen, können sie für unfruchtbar gelten. Welchem Typus sollen also die Gipsböden beigeordnet werden und welche wissenschaftliche Benennung sollen sie erhalten? Infolge des alkalischen Verwitterungstypus sollten die Gipsböden in den Klassifikationsgruppen dort gesucht werden, wo die „Ssolontschakböden (schwache Salzerden) stehen. Doch liess sich bei Gipsböden niemals eine oberflächliche, wenn auch nur temporäre, Anhäufung von Salzen beobachten. Die chemische Analyse hat genau bewiesen, dass die Menge der in Wasser löslichen Salze verhältnissmässig gering ist, so dass keine Aehnlichkeit mit Ssolontschakböden vorhanden ist.

Demnach können die Gipsböden auf Grund obiger Beobachtungen und der erhaltenen chemischen und pflanzengeographischen Merkmale als Böden von schwach alkalischem Verwitterungstypus charakterisiert werden, die eine bedeutende Menge von Kalziumkarbonat enthalten und an konstanter Form von Humus reich sind, dessen Menge im oberen Horizonte 15% erreicht, öfter aber zwischen 7—8% schwankt, wodurch sich die dunkle, fast schwarze Farbe dieses Horizontes erklärt. Anderseits ist der geringe Gehalt an Sulfaten im oberen Horizonte dieser Böden und der noch geringere an Chloriden zu bemerken. Dafür sind in geringen Tiefen (50—80 cm) Sulfatgesteine vorhanden, weshalb der untere Teil des Bodens stets an schwefelsaurem Kalk reich ist. Daraus lässt sich der Schluss ziehen, dass die oberen Horizonte dieser Böden Analoga des Karbonattypus sind, während die unteren Verwitterungsprodukte von Gips sind.

Was die Einwirkung der Gipsböden auf die Vegetation anbetrifft, so schliessen wir, dass sie bei Mangel an Feuchtigkeit

auf einige Pflanzenformationen (besonders Holzgewächse) entweder deprimierend wirken, oder überhaupt ein für die Entwicklung der Pflanzen ungünstiges Mittel bilden, bei grösserer Feuchtigkeit dagegen einen Nährboden geben, auf dem eine mannigfaltige und üppige Flora gut gedeihen kann.

Kalkböden.

Die Mannigfaltigkeit der Kalkböden des Kyffhäusergebirges hängt von einer besonderen Fähigkeit der bodenbildenden Kalkgesteine, sich den Verwitterungsprozessen zu unterwerfen, ab, da am Kyffhäuser sowohl leicht, als auch schwer verwitternde Gesteine vorkommen. Bevor wir aber zur Beschreibung der reinen Kalkböden übergehen, wäre die Anwesenheit gemischter Böden festzustellen, die Uebergangsformen von Gips- zu den Kalkböden vorstellen. Hierher gehören alle Fälle, in denen die Böden unter gleichzeitigem Einfluss von Gips und Kalk entstehen. Am häufigsten sind diese Fälle zu beobachten, wenn Gipsschichten auf Stinkchieferfelder liegen, oder wenn sich am Bergfusse infolge der Abtragung vom Hange ein Gips-, Kalk-, Mergel- und überhaupt Lössmaterial bildet.

An den Südhängen, mit den ihnen überhaupt eigenen Pflanzenformationen, kommen folgende Profile vor:

Horizont A. — Rasenboden 5 — 6 cm. stark.

„ A_1 — grau, etwas bräunlich in feuchtem Zustande von dunkler Schattierung, bis 30 cm. stark, feinkörniger Struktur, von feinem bräunlichem System durchwirkt.

„ B — ist heller, 28 cm. stark, mit eingeschlossenen Trümmern von Gipsgestein. Es kommen Kalkbelag und weisse körnige Einlagerungen von kohlensaurem Kalk vor.

„ C — Verwitterungsprodukte des Stinkschiefers, es kommen Flecken von tonigem Material von Stärke bis 1 m.

Ein recht starkes Aufbrausen lässt sich an allen Horizonten beobachten. Am stärksten ist es am Horiz. C. Die Reaktion ist in allen Horizonten deutlich alkalisch.

Die mechanische Analyse der oberen Horizonte ergab, nach Auslese der Gipssplitter, folgendes:

Teilchen über 5 mm.	1,48 %
„ „ 2 mm.	19,33 „
„ „ 1 mm.	30,91
von 1 mm bis 0,02 mm.	48,37
	100,09 %

Folglich, entfallen über 50% auf Steine, Kies und Grobsand. Die chemische Analyse hat gezeigt, dass der obere Horizont

Humus	7,62 %
Feuchtigkeit	5,13 „
SO_3 wasserlöslich . .	1,34 „
Cl „ „ . . .	0,014 „

enthält. Was schliesslich das Ca anbetrifft, so erwies sich, dass die Böden von demselben genügend gesättigt sind, was ein energisches Aufbrausen mit schwacher Säure beweisen konnte.

Da ausser Gips sich hier an der Bodenbildung auch Stinkschiefer beteiligt, in dessen Zusammensetzung wie oben erwähnt bis 50% Ca, 0,04% Cl und 38.63% CO_2 vorkommen, so ist es verständlich, dass die hier zu besprechenden Böden im Gegensatz zu den Gipsböden eine merkliche Menge Cl enthalten. Etwas reicher sind die Böden auch an Sulfaten. Also stehen diese Böden dem bereits besprochenen Typus der Gipsböden sehr nahe.

Der Prozess der Entstehung dieses Bodens ist auch verständlich, da am Muttergestein aus Stinkschiefer durch dessen Verwitterung Anfangsstadien des Materials für die Bodenbildung entstehen, von höhergelegenen Hängen feinkörniges Material abgetragen wird und sich dem ersteren beimengt. Die Trümmer der höhergelegenen Gipsgesteine rutschen auf die Oberfläche des entstehenden Bodens, bereichern ihn an Kalk und Sulfaten und begünstigen die Festlegung eines Quantums von Humus, das für Gipsböden charakteristisch ist.

Eine andere Varietät mit überwiegenden Eigenschaften der Kalkböden stellt folgendes, am Fusse des südlichen Gipsgehänges gemachtes Profil dar. Die Vegetation trägt hier einen den Südhängen eigenen Steppencharakter.

Bodenprofil N 8. (Beim Fuss des Ochsenburgberges).

Horizont A. Rasenähnliche Schicht von gräulicher Färbung und feinkörniger Struktur mit eingeschlossenen weissen Körnern von kohlensaurem Kalk, bis 12 cm. stark.

Ein bemerkbares Aufbrausen mit HCl. Es kommen kleine Stücke von Gestein vor.

Horiz. B. — ist heller, von gräulich-gelber Farbe, von lehmigsandigem Charakter. Die mechanische Struktur ist feinkörnig. Es kommen von höhergelegenen Hängen abgetragene Splitter von Stinkschiefer und Gips vor. Die Stärke des Horizontes 48 cm. Ein starkes Aufbrausen mit Säure.

Horiz. C. — feinteilig, von gräulicher Farbe mit vielen eingelagerten Äuglein von kohlensaurem Kalk. Stärke 30 — 35 cm. Ein sehr starkes Auf-

brausen mit Säure. Da dieser Horizont seine graue Färbung dem Humus verdankt, was mit blossem Auge bemerkbar ist, so kann man ihn als sekundären Humushorizont bezeichnen. Dieser Horizont, wie auch der Hor. B, enthält nicht verwitterte Einlagerungen von Gesteinen.

Horiz. D. — Ein gelbes, lössartiges Gestein (Berglöss), über 3 m. stark. Braust mit Säure stark auf.

Das interessanteste an diesem Profil ist die Anwesenheit eines sekundären Humushorizontes. In Gipsböden ist ein solcher nicht entdeckt worden.

Die mechanische Analyse der Horizonte B und C ergab folgendes.

	Horizont — B.	Horizont — C.
Teilchen über 5 mm.	0.0%	0.0%
„ „ 2 mm.	0.4	2.2
„ „ 1 mm.	5.0	17.50
Kies und Grobsand zusamm. . .	5.4	19.70
Feinteilig. Material (1—0.002 mm.)	94.6	80.30
Zusammen	100.00%	100.00%

Obwohl auch auf Grund der Anwesenheit von Gips- und Stinkschiefertrümmern in allen oberen Horizonten über die Herkunft des bodenbildenden Materials Schlüsse gezogen werden können, so hat doch diese einfache mechanische Analyse den Grad der Skelettierung der einzelnen Horizonte genauer festgestellt.

Der Horizont — C — ist bedeutend grobkörniger als der obenaufliegende. Das bedeutet, dass die oberen Horizonte einer stärkeren Verwitterung unterlagen. Die Entstehung dieser Böden kann als Abtragung verschiedenen Materials vom Hange und Antragung am Fusse (am Talrande) auf dem Muttergestein aus Löss betrachtet werden. Beim Besteigen des Hanges lässt sich auch wirklich feststellen, dass derselbe ganz aus Gips besteht, stellenweise aber Schichten von Stinkschiefer auftreten. Das feinteilige Material wird durch die Wirkung der jetztzeitlichen dilluvialen geologischen Vorgänge nach unten abgetragen, fällt auch rein mechanisch von demselben hinab, und auf diese Weise mengen sich dem feinteiligen Material Splitter von Gips und Stinkschiefer bei.

Diese Splitter, von feinteiligem, tonigem und sandigem Material umgeben, unterliegen einer weiteren Zersetzung und bereichern die oberen Horizonte an Sulfaten. Um die Ursache der Entstehung des unteren Humushorizontes festzustellen sind zwecks Analyse auf Humus-Proben aus den Horizonten—B, C und D— entnommen worden und zweck Feststellung der Menge von Kal-

ziumkarbonat eine Probe aus dem unteren, etwas über dem sekundären Humushorizonte liegenden Teile des Horizontes B. Die Analyse ergab folgendes:

Horizont	B	C	D
Feuchtigkeit bei 105°C	12.90%	8.29%	5.11%
Humus	1.56	12.79	4.84
CaO (nach Methode von Laufer und Wahnschaffe)	33.94	nicht untersucht.	
MgO	1.59	„	„
SO_3 wasserlöslich	0.81	„	„

Das Quantum von Kalk in den Horizonten C und D ist nicht festgestellt worden, da dieselben von Ca genügend gesättigt sind und die eingelagerten weissen Körner mit blossem Auge bemerkbar sind.

Da die Anwesenheit eines sekundären Humushorizontes entweder als ein Rest eines Fossilienbodens, oder als Resultat eines jetztzeitlichen Prozesses der Auswaschung des Humus aus den oberen Horizonten, was unter Mitwirkung der Schwefelsäure möglich ist, betrachtet werden kann, so wurde zur Feststellung der wasserlöslichen Sulfate ein Wasserauszug gemacht. Die Analyse ergab, das die Menge von Schwefelsäure jedenfalls grösser ist, als in den Gipsböden. Sollte angenommen werden, dass der sekundäre Humushorizont ein Fossilienboden sei, der von sekundärem, von den Hängen ausgewaschenem Material, auf welchem ferner ein sekundärer Boden entstanden ist, bedeckt worden war, so muss auch festgestellt werden, dass der Fossilienboden nichts anderes als Schwarzerde (Tschernosem) oder Moorboden war, da nur diese Böden über 12% Humus enthalten können. In der geologischen Beschreibung ist erwähnt worden, dass an den Talrändern Lössgebilde verbreitet sind, und wir können daher auch an anderen Stellen die Anwesenheit solcher Reste von Schwarzerde erwarten. Trotzdem dieses bei den Arbeiten ins Auge gefasst wurde und ich meine besondere Aufmerksamkeit auf die Anwesenheit sekundärer Humushorizonte gerichtet hatte, wurde ein solcher jedoch nur noch an einem Orte, aber etwas höher im Gebirge in den oberen Teilen der Täler zwischen Falkenburg und Schweinskopfberge gefunden. Dagegen kamen tiefergelegene, von organischen Stoffen gefärbte Horizonte recht oft vor.

Eine Annahme, dass in diesem Orte ein Moor gewesen, welches nach Ablagerung von Löss entstanden ist, wäre schwer möglich, da in diesem Falle wenigstens Reste der darauffolgenden, tiefergelegenen Horizonte der Moorböden vorhanden sein müssten, was nicht der Fall ist. Im Gegenteil, war der 3 m. starke Löss nicht unter Wasser gewesen, denn er hat seine typische Struktur, Farbe, Einlagerungen von Kalk, die Reste der Wurzelgänge u. d. g. beibehalten.

Zur anderen Annahme, dass der sekundäre Humushorizont ein Resultat der Auswaschung organischer Substanzen aus den

oberen Horizonten sei, müsste bemerkt werden, dass der Tageshorizont (d. h. die oberflächliche Rasenschicht), dessen Humusgehalt nicht festgestellt worden ist, da diese Schicht an feinen Wurzeln sehr reich ist und die Analyse nicht genügend genau wäre, da er nur die Stärke von 12 cm. erreicht. Da im darauffolgenden Horizonte nur 1,56% Humus bestimmt worden waren, so müsste man von der Auswaschung des Humus aus dem Horizonte „B" ausgehen und als Ergänzungsquelle nur die Rasenschicht betrachten.

In der Bodenliteratur, namentlich in der russischen, gibt es viele Hinweise auf das Vorhandensein von Humushorizonten, deren Vorkommen Glinka am häufigsten durch Infiltrationsprozesse erklärt [1]).

Ehrenberg [2]) meint, dass Kalksalze in Oberflächenhorizonten, teilweise durch Natron ersetzt werden können, was besonders durch Regen begünstigt wird, dank welchem eine weitere Auswaschung in der Tiefe des Bodens stattfinden kann. Unter Berücksichtigung der Arbeiten von Th. Schlössing, P. Kossowitsch, Fadejeff - Williams erklärt Ehrenberg diesen Vorgang wie folgt (S. 57):

In bezug auf den von uns zu erforschenden Boden, muss noch bemerkt werden, dass derselbe bei bemerkbarem Gehalt von löslichen und unlöslichen Sulfaten zugleich auch alkalische Erde enthält. Die dilluvialen lössartigen Gesteine werden bei Verwitterungsprozessen und Bodenbildung durch Alkalienelemente bereichert. Schliesslich nimmt er infolge seines obenerwähnten mechanischen Bestandes verhältnissmässig leicht Feuchtigkeit auf, lässt sie aber bei deren Ueberflusse leicht durch. Daher sind die Bedingungen für Auswaschungsvorgänge wirklich sehr günstig.

Bei der Filtration der Humusstoffe unter Einfluss der athmosphärischen Niederschläge teilt sich das mit der Humussubstanz verbundene Kalzium ab und die Humussubstanz setzt sich ab. Durch Versuche des Kostitscheff ist bewiesen worden, dass die Auswaschung des Humus auch in Verbindung mit Kalzium, welches darauf in kohlensauren Kalk verwandelt wird, stattfinden kann. Man meint [3]), dass die Zunahme an Beweglichkeit beim Humus infolge der Abtrennung von Kalk stattfindet. Der an Kalzium arme Humus ist besser befähigt in den Solzustand überzugehen. Ausserdem bewirkt der Verlust an aufgenommenem Kalk die Zunahme an Beweglichkeit der feinsten, schlammigen Bodenteilchen, wie das experimentell von A. Sokolowski bewiesen worden ist [3]).

Eine grosse Beteutung wird auch der Wirkung von Soda zugesprochen, welches aus dem Boden den Humus auslangt oder, wie Glinka es nennt, ihn in Solzustand überführt.

Eine gewisse Beteiligung des Sodas könnten wir in unserem Falle wohl in sehr geringem Masse annehmen, da die Lössgesteine

---

[1]) K. Glinka. Die Böden Russlands. 1923.
[2]) Prof. Dr. Ehrenberg. Die Bodenkolloide. 1922 Seite 477.
[3]) K. Glinka. Die Böden Russlands. Petrograd. 1923.

oberen Horizonten sei, müsste bemerkt werden, dass der Tageshorizont (d. h. die oberflächliche Rasenschicht), dessen Humusgehalt nicht festgestellt worden ist, da diese Schicht an feinen Wurzeln sehr reich ist und die Analyse nicht genügend genau wäre, da er nur die Stärke von 12 cm. erreicht. Da im darauffolgenden Horizonte nur 1,56% Humus bestimmt worden waren, so müsste man von der Auswaschung des Humus aus dem Horizonte „B" ausgehen und als Ergänzungsquelle nur die Rasenschicht betrachten.

In der Bodenliteratur, namentlich in der russischen, gibt es viele Hinweise auf das Vorhandensein von Humushorizonten, deren Vorkommen Glinka am häufigsten durch Infiltrationsprozesse erklärt [1]).

Ehrenberg [2]) meint, dass Kalksalze in Oberflächenhorizonten, teilweise durch Natron ersetzt werden können, was besonders durch Regen begünstigt wird, dank welchem eine weitere Auswaschung in der Tiefe des Bodens stattfinden kann. Unter Berücksichtigung der Arbeiten von Th. Schlössing, P. Kossowitsch, Fadejeff - Williams erklärt Ehrenberg diesen Vorgang wie folgt (S. 57):

In bezug auf den von uns zu erforschenden Boden, muss noch bemerkt werden, dass derselbe bei bemerkbarem Gehalt von löslichen und unlöslichen Sulfaten zugleich auch alkalische Erde enthält. Die dilluvialen lössartigen Gesteine werden bei Verwitterungsprozessen und Bodenbildung durch Alkalienelemente bereichert. Schliesslich nimmt er infolge seines obenerwähnten mechanischen Bestandes verhältnissmässig leicht Feuchtigkeit auf, lässt sie aber bei deren Ueberflusse leicht durch. Daher sind die Bedingungen für Auswaschungsvorgänge wirklich sehr günstig.

Bei der Filtration der Humusstoffe unter Einfluss der athmosphärischen Niederschläge teilt sich das mit der Humussubstanz verbundene Kalzium ab und die Humussubstanz setzt sich ab. Durch Versuche des Kostitscheff ist bewiesen worden, dass die Auswaschung des Humus auch in Verbindung mit Kalzium, welches darauf in kohlensauren Kalk verwandelt wird, stattfinden kann. Man meint [3]), dass die Zunahme an Beweglichkeit beim Humus infolge der Abtrennung von Kalk stattfindet. Der an Kalzium arme Humus ist besser befähigt in den Solzustand überzugehen. Ausserdem bewirkt der Verlust an aufgenommenem Kalk die Zunahme an Beweglichkeit der feinsten, schlammigen Bodenteilchen, wie das experimentell von A. Sokolowski bewiesen worden ist [3]).

Eine grosse Beteutung wird auch der Wirkung von Soda zugesprochen, welches aus dem Boden den Humus auslangt oder, wie Glinka es nennt, ihn in Solzustand überführt.

Eine gewisse Beteiligung des Sodas könnten wir in unserem Falle wohl in sehr geringem Masse annehmen, da die Lössgesteine

---

[1]) K. Glinka. Die Böden Russlands. 1923.
[2]) Prof. Dr. Ehrenberg. Die Bodenkolloide. 1922 Seite 477.
[3]) K. Glinka. Die Böden Russlands. Petrograd. 1923.

A_2 — Bedeutend heller, fast grau, zerfällt in gröbere, körnige Klümpchen, Stärke 43 cm.

B — Bunt, strukturlos, Stärke 37 cm.

C — Gelb — brauner Sandlehmboden mit schwarzen Flecken an Stellen der verwesten Wurzel. Braust mit Säure auf.

Leider ist die chemische Analyse nicht angegeben und ein weiterer Vergleich muss daher ausbleiben.

Die anderen Fälle, in denen sich dem Berglösboden aus dem oder anderen Grunde Gips beigemengt hat, möchte ich unberührt lassen, da sie nichts eigenartiges vorstellen, und möchte jetzt zur Besprechung der eigentlichen Kalkböden schreiten.

Der in der Hainleite bei Seega auftretende untere Muschelkalk besteht aus schwer verwitterndem unreinem Kalkgestein. Bevor die Bodenprofile beschrieben werden, möchte ich betonen, dass die Pflanzen von der Richtung und allgemeinen Exposition der Hänge unabhängig, sehr mannigfaltig und reich sind, obwohl die auf dieser geologischen Formation entstehenden Böden in höchstem Grade grobkörnig und eigentlich noch im ersten Stadium ihrer Entwicklung sind.

In der Nähe des Bodenprofils bei Seega sind am nordwestlichen Hange folgende Pflanzenarten gefunden worden: (S —59). Von den Vertretern der Gramineaen sind Avena, Festuca, Bromus u. a. gefunden worden.

An sehr steinigen Südhängen ist ausserdem eine Anpflanzung von Tannen und Fichten festgestellt worden.

Dieser mannigfaltigen Pflanzengemeinschaft entspricht folgendes grobkörniges Bodenprofil:

Horiz. A_0 — Rasenschicht 4 cm. stark.

„ A_1 — Grau mit gelblicher Schattierung, mit eingeschlossenen Lamellen und Splittern von Kalkstein, 22 cm. stark.

„ B — Gelblich, steinig, 60 cm. stark.

„ C — Verwitterungsprodukte des Muschelkalks.

Das Aufbrausen beginnt an der Oberfläche und nimmt mit der Vertiefung in den Boden und das Muttergestein zu. Die Bodenreaktion ist stark alkalisch. Nach Auslese grösserer Steine (>5 m. m.) lässt sich der Boden durch Siebe wie folgt zerlegen:

Teilchen über 5 mm.	3,39%
„ „ 2 mm.	11,90%
„ „ 1 mm.	21,92%
Grober Sand und Kies zusammen	37,11%
Teilchen von 1 bis 0.002 mm. . .	62,89%
zusammen: . . .	100.00%

Folglich erscheint das Muster aus dem Horizonte A_1 recht grobkörnig.

Der folgende Horizont ist noch mehr steinig. Die Analyse auf Stoffe, die für schwache Karbonatböden genommen sind, ergab folgendes:

	Hor. A_1	B
Feuchtigkeit bei 105° C	3,68 %	3,64 %
Humus	2,41	1,39
CaO . . .	2,53	5,36
MgO	0,44	1,01
Cl	Spuren	Spuren

Der Feinsand des Bodens (analysiert wurden die Teilchen kleiner als 1 mm.) enthält unbedeutende Mengen von Humus und Kalk-Magnesiasalzen. Dieser Bodentypus ist für arme grobkörnige Böden eigen, bildet einen schroffen Gegesatz zu den Gipsböden, welche 7—8 % Humus und bis 35 % und mehr % Kalk enthalten.

An Kalkgesteinen, zu deren Bestandteilen Mergelstoffe gehören und die leichter verwittern, ist der Humushorizont etwas dunkler, hellgrau; vollkommen dunkle Horizonte sind dagegen niemals vorgekommen, worüber aber noch unten zu sprechen ist. Mit einem gewissen Vorbehalt könnte man wohl den Schluss ziehen, dass die auf Stinkschiefer entstehenden Böden in dem Falle duklere Humushorizonte bilden, wenn sie schon einer längeren Verwitterung unterlegen waren, anderenfalls bilden sie dem Muschelkalk gleichartige grobkörnige Gebilde.

Die Pflanzengemeinschaft ist auf diesen entstehenden Böden ärmer als auf Gips= und Kalkböden. Der im Stadium der groben Verwitterung befindliche Boden zeigt folgendes Bild:

Horizont A. — Ein hellgrauer Humushorizont mit eingelagerten Gesteinsplittern, 10—20 cm. stark. Braust mit HCl auf.

Horiz. B. — ist heller, gelblich mit einer Menge eingelagerter Lamellen von Stinkschiefer. An den Stinkschieferlamellen ist ein weisser, mit HCl stark aufbrausender Belag zu bemerken. Dieser Horizont geht allmählich in das Muttergestein den Stinkschiefer, über.

Am Plateau, bei grösserer Feuchtigkeit, hat der auf den Verwitterungsprodukten sich bildende Humushorizont eine dunklere, im trockenen Zustande graue Färbung und erreicht durchschnittlich eine Stärke von 30 cm. Diese Bodengebilde sind hauptsächlich im Bezirke des Thalleber Forstes verbreitet. Zu den Bestandteilen des Stinkschiefers gehören: $CaSO_4$, $CaCO_3$, $MgCO_3$, Ton, Alkalien, und einige andere Stoffe (z. B. Cl.) doch in sehr

geringen Mengen. Daher werden die Verwitterungsprodukte an kohlensauren Salzen reich und an Sulfaten arm. Die Verwitterung jedoch geht äusserst langsam vor sich, weshalb fast immer, sogar an der Tagesoberfläche typische graue Lamellen und eckige Stücke von Stinkschiefer vorhanden sind.

Reichere Böden entstehen auf Ablagerungen des oberen Zechsteines von lehmigem Charakter mit Beimischung von Dolomitenkalkmaterial. Besondere Aufmerksamkeit erregen zugleich die Verwitterungsprodukte des Zechsteinkonglomerats. In der Nähe von Rathsfeld sind auf den Verwitterungsprodukten des Zechsteinkonglomerates Böden entstanden, auf denen schöner Buchenwald gedeiht. Das Profil des Bodens im Buchenwalde zeigt folgendes:

Horizont A Waldstreu 4 cm.

„ A_1 Ein Humushorizont von dunkelbrauner Farbe. Locker, von körniger Struktur, 30 cm. stark.

„ B Ein Uebergangshorizont von stärker ausgeprägter grauer Färbung mit eingelagerten Bruchstücken der Gesteine. Stärke 30—40 cm.

„ C Verwitterungsprodukte von Zechsteinkonglomerat.

Das Aufbrausen ist am Horizonte B gut bemerkbar, am Horizonte C sehr energisch. Die *Bodenreaktion* ist *alkalisch*.

Dieses Profil steht den beschriebenen Böden den in der Bodenliteratur bekannten, Kalkschwarzerden mit einem dunklen oberen Humushorizonte nahe. Glinka gibt einige Beschreibungen von Profilen der Karbonatböden, wobei er die morphologischen Eigenschaften wie folgt unterscheidet [1])

Horizont A. Ein oberflächlicher grauer, dunkelgrauer, zuweilen fast schwarzer Horizont, der eine grössere oder geringere Menge von Kalk oder Mergeltrümmern und Körnern enthält, zuweilen aber von denselben auch ganz frei ist. Die Stärke ist 15—30 cm. und mehr.

Horizont B. Ein von Humus schwächer gefärbter, weisslich grauer, zuweilen etwas bräunlicher Horizont, welcher eine bedeutende Menge von Trümmern des Muttergesteins enthält.

Horizont C. Eine steinige lehmige Masse oder einfach ein steiniger Horizont von Verwitterungsprodukten des Muttergesteins (Kalkstein oder Mergel).

Ausserdem weist Glinka darauf hin, dass der Oberflächenhorizont umso stärker grau erscheint, je trockner er ist.

[1]) Glinka. Bodenkunde, Petrograd 1908. S. 517.

In diesem Falle sehen wir folglich ein vollkommenes Uebereinstimmen des uns interessierenden Typus der Kalkböden mit den Böden anderer Gegenden.

Etwas anders sind die Karbonatböden, welche auf Löss oder lössartigen Gesteinen entstehen. Zugleich aber sind diese Böden am fruchtbarsten, sowohl durch ihre Nährhaftigkeit als auch durch den Reichtum der Pflanzenformationen. Nächst Birke, Lärche und Fichte wachsen hier wilde Birn- und Apfelbäume (Pyrus communis), Stachelbeersträucher (Ribes grossulariat) bei einer sehr mannigfaltigen Kräuterdecke. Die Profile soicher Böden, die entweder am Bergfusse oder an Talrändern vorkommen, ergeben:

A. Ein gräulicher Humushorizont, feinteilig, 30 cm. stark.

B. und C. — Ein Uebergangshorizont von gelblich gräulicher Farbe, der allmählich und unmerklich in den gelben Löss des Horizontes C übergeht. Die Stärke 1 m. 20 cm. Es sind beim Zerreiben weiss werdende Körner von kohlensaurem Kalk und für den Löss typische Gänge zu beobachten. Einlagerungen von Gesteinen fehlen. Das Aufbrausen ist ein bemerkbares.

D. Ein Uebergangshorizont von bräunlicher Farbe, etwas dichter, 30 cm. stark.

E. Ein mit HCl aufbrausender Zechsteinkonglomerat. Die Stärke 1 m.

F. Porphyrokonglomerat über 2 m. stark.

Ein anderes, am nördlichen Hange liegendes, Profil mit noch stärker entwickeltem Humushorizonte, ergab folgendes.

Horizont A. Ein dunkelgrauer Humushorizont, feinteilig, zugleich aber von körniger Struktur, 40 cm. stark.

„ B und C. Ein dunkelgelber, allmählich in Löss übergehender 1 m. 10 cm. starker Horizont mit, sowohl in der oberen, als auch in der unteren Hälfte eingelagerten Körnern von kohlensaurem Kalk. Die Gänge der verwesten Wurzeln sind zu sehen. Ein recht starkes Aufbrausen.

„ D. Rotliegendes, — 50 cm.

„ E. Eine Zwischenschicht von Kies, 20 cm.

„ F. Schichtsandstein, 6 m. stark.

Da dieses Profil einen am schärfsten ausgeprägten Typus der Kalkböden bildet, welchen man gleichartigen Böden anderer Gegenden gegenüberstellen kann, so wurden Proben zwecks Bestimmung von Humus und des Ca- und Mg. Gehaltes, entnommen.

Die Ergebnisse waren folgende:

Die Bodenreaktion (Hor. A)	alkalisch
Verlust beim Glühen	7,13%
Feuchtigkeit bei 105°C . . .	4,37%
Humus	2,09%
CaO	2,89%
MgO	1,03%

Hieraus folgt. dass der Humusgehalt (2.09%), sogar im gut ausgeprägten Kalkboden nicht hoch ist. Dasselbe lässt sich von Kalzium und Magnesiumoxyden behaupten. Etwas tiefer im Boden nimmt die Menge von Kalk zu. Sekundäre Humushorizonte sind an diesen Profilen nicht bemerkt worden. Die Pflanzengemeinschaft ist dagegen so reich, dass eine grössere Anhäufung organischer Substanzen zu erwarten wäre. Es scheint, dass infolge der hohen Temperatur und der durch die körnige Struktur begünstigten Durchlüftung des Bodens eine energische Zersetzung der Humussubstanzen stattfindet.

Wir beschreiben noch ein, am Rande des Tales von Frankenhausen gefundenes, Profil. Die Pflanzengemeinschaft hat einen Wiesen-Steppen Charakter, Uebergangscharakter zur Talvegetation.

Horiz. A Ein heller, gelblich-bräunlicher Humushorizont 25—30 cm. stark.
B Lössähnlicher Horizont von gelblicher Farbe, feinteilig bis 15 cm. stark.
C Verwitterungsprodukte des Muttergesteins, von sandigem Charakter.

Dieses Profil ist noch weniger, besser gesagt, weniger merklich von Humus gefärbt.

Auf Grund dieser letzten Bodenprofile müssten diese Böden in eine besondere Gruppe der schwachgefärbten und humusarmen Kalk — oder Karbonatböden eingeschlossen werden. Ihr oberer Horizont A ist von gelblich-gräulicher oder von gelblicher Schattierung. Somit müsste die Gruppe der Kalkböden des Kyffhäusers in zwei Varietäten eingeteilt werden. Für die eine sind dunkle, für die andere helle Humushorizonte charakteristisch. An beiden Bodenvarietäten lässt sich eine Absetzung, Kristallisation von kohlensaurem Kalk vom zweiten Horizonte — B ab, beobachten.

Diese Böden können entweder gröbkörnig, falls sie auf schwer verwitternden Gesteinen entstehen, oder feinteilig, vollkommen verwittert erscheinen. Ein auffallender Unterschied ist die Farbe des Humushorizontes — für die erste Gruppe eine helle, für die zweite eine dunkle. Eine besondere Stellung nehmen diejenigen Karbonatböden ein, die auf Löss — oder löss-

artigen Gesteinen entstehen, da diese Böden bei einem feinteiligen Bau sich durch eine schwache Färbung des Humushorizontes infolge einer geringen Menge von Humus auszeichnen.

Somit haben wir am Kyffhäuser, der an verschiedenartigen kalkhaltigen Gesteinen reich ist, die verschiedenen Uebergänge von dunklen durch graue, bräunliche bis an hellgelbe Böden. Das, was man sonst erst beobachten kann, wenn man ganze Bodenzonen nord - südlich durchstreift, von der Schwarzerdzone angefangen und bis an die Zone der Kastanienbraunen und Grauerden, ist am Kyffhäuser auf einer ganz geringen Fläche vertreten, mit dem Unterschiede allein, dass in den Bodenzonen die quantitativen Schwankungen des Prozentgehaltes von Kalk ein Resultat des klimatischen Verwitterungstypus sind, doch am Kyffhäuser dagegen beruhen sie bei gleichen klimatischen Bedingungen auf dem Einfluss der Gesteine und auch teilweise der Feuchtigkeit.

Puchner zieht äusserst interessante Schlüsse über die Anhängigkeit der Färbung und des mineralen Bestandes der Kalkböden im Zusammenhang mit der Zersetzung der Pflanzenreste, so dass wir seine Meinung hier wörtlich anführen (S.—64). [1])

Der letzte Schluss findet eine besonders gute Bestätigung an den Kalkböden des Kyffhäusergebirges.

Glinka, der die Kalkschwarzerden zum endodynamomorphen Typus rechnet, weist darauf hin, dass diese Böden, sowohl im Süden, als auch im Norden Russlands stark verbreitet sind, besonders gut aber in Polen ausgeprägt sind.

Die morphologischen Eigenschaften und bodenbildenden Prozesse der Kalkschwarzerden charakterisiert Glinka, wie folgt[2]) (S.—65).

Die Kalkböden kommen auch in Gebirgen vor. Die Kalkböden des Kaukasus hat Kuznetzoff beschrieben, diejenigen des Altai = Gebirges B. Köller[3]).

Von den älteren Arbeiten ist in geologischer und chemischer Hinsicht die ausführlichste diejenige von Lüdecke[3]), der die an verschiedenen Formationen des mittleren Trias entstandenen Kalkböden der Umgegend von Göttingen beschrieben hatte. Aus den im Werke angegebenen Analysen ist zu ersehen, dass der Ca Gehalt im Boden zwischen 11.72% und 0,53% schwankt.

Dieser Angaben genügt es, um uns die Möglichkeit zu geben, verschiedene Varietäten der Karbonatböden mit denjenigen des Kyffhäusers versuchen zu vergleichen und einige Schlüsse daraus zu ziehen.

Falls wir alle Varietäten der Kalkböden des Kyffhäusers in zwei Gruppen: die eine helle und die andere dunkelgefärbte einteilen, so ist es leicht zu bemerken, dass an schwer verwitternden

---

[1]) Bodenkunde für Landwirte. H. Puchner.

[2]) Prof. Dr. K. Glinka. Die Typen der Bodenbildung, ihre Klassifikation und geographische Verbreitung. Berlin 1914. S. 263.

[3]) Lüdecke. Zeitschrift für Naturwissenschaft. B. 65. 1892.

Kalkgesteinen in den meisten Fällen grobkörnige, helle, humusarme Böden entstehen. Ein Mangel an Humus trotz einer üppigen Pflanzenwelt, die genügend Material für die Bildung von Pflanzenresten und darauf auch von Humus liefern, lässt sich nur, namentlich beim Vorhandensein von Kalziumkarbonaten, durch die hohe Jahrestemperatur (über 12° C) erklären. Es ist möglich, dass infolge eines Mangels an Feuchtigkeit in grobkörnigen Böden bei dieser Temperatur eine energische Zersetzung der Humussubstanzen stattfindet. Im obenangeführten Auszuge schreibt Glinka, dass je ausgesprochener grau, und je heller der Karbonatboden, desto trockener ist er. Wenn auch dem Einfluss der Feuchtigkeit eine gewisse Bedeutung eingeräumt werden sollte, so muss doch betont werden, dass in unserem Falle am Kyffhäuser an Böden, die auf schwer verwitternden Gesteinen entstehen, sich keine Abhängigkeit im Unterschied an Humusmenge von der Richtung des Hanges nachweisen lässt, namentlich in der Umgegend von Seega. Während dessen sollten die Nordhänge, weil sie feuchter sind, dunklere Böden aufweisen, doch ist ein gut auffallender Unterschied in der Färbung der Süd-und Nordhänge in diesem Bezirk nicht mit Sicherheit festzustellen. Deshalb muss angenommen werden, dass die grobkörnigen Kalkböden bei der mittleren Jahrestemperatur und bei der Feuchtigkeit des Kyffhäusers, obwohl genügend Material für die Humusbildung vorhanden ist, keinen Humus anhäufen, sondern, dass die Humusstoffe bei der hohen Temperatur verbrennen. Nur in den Kesseln und an Talrändern wird der Boden etwas dunkler grau. Die Reaktion dieser Böden ist alkalisch, die Vegetation mannigfaltig und üppig. Durch eine ganze Reihe von Uebergangsvarietäten gelangen wir am anderen Ende zu einer anderen Gruppe dunkelgefärbter grauer Böden, die auf leicht verwitternden, kalkhaltigen Gesteinen (Zechsteinkonglomerat, Mergel, Mergelkalk etc.) entstehen. Diese Böden befinden sich am Kyffhäuser an den Plateaus an sanft abfallenden Nordhängen und sind stärker verwittert, feinkörnig und feuchter. In diesem Falle muss die dunklere Färbung des Humushorizontes mit der Zunahme an Feuchtigkeit in Zusammenhang gestellt werden.

Infolge ihrer physikalischen Eigenschaften halten diese Böden die Feuchtigkeit besser auf, da sie stärker verwittern und infolgedessen feinkörniger und hygroskopischer sind. Im Gegensatz zu den grobkörnigen Böden reagieren diese Varietäten stark auf die Lage des Hanges, auf den Grad seiner Neigung u. a. In diesem Falle spielen die mikroklimatischen Faktoren eine Rolle. An nördlichen wenn auch kleinen Hängen, entstehen dunklere Humushorizonte und diese Hänge sind zugleich, auch in anderen Gegenden, sogar die feuchteren. Den Nordhängen stehen die Osthänge, welchen auch dunkelgraue Humushorizonte eigen sind, gegenüber. Die Südhänge dagegen lassen sich an einer helleren Färbung der oberen Humushorizonte erkennen. Diesen stehen

die Westhänge nahe. Eine nicht mindere Bedeutung hat auch das Mikrorelief. Kleine Einsenkungen, Kessel, werden stärker durchnässt und die Karbonatböden sind hier dunkler.

Somit könnte zum Abschlusse gesagt werden, dass bei den klimatischen Verhältnissen des Kyffhäusers die Kalkböden in den meisten Fällen nicht dunkel gefärbt, sondern eher gräulich gefärbt sind, aber im Zusammenhang mit dem Relief-Abweichungen die entweder zu hellen oder zu dunkelgefärbten Varietäten gehören. Die Wirkung dieser Böden, da sie grössere oder kleinere Mengen von Kalk enthalten, muss noch einmal als eine sehr günstige gekennzeichnet werden. Ein derartiger günstiger Einfluss des Kalkes auf Waldformationen wurde schon öfters von vielen Pflanzen= und Bodenkundigen auch für andere Gegenden festgestellt, so gedeihen z. B. die besten Laubwälder Polens auf kalkhaltigen Böden. Die Nordgrenze der Carpinus-Wälder erreicht Litauen, wo sie in kleinen Streifen und Gruppen endet, die ungefähr in der Richtung von NW nach SO verlaufen. Prof. Matulionis, der die Nordgrenze des Wachstums des Carpinus und anderer den südlicher gelegenen Ländern eigener Arten in Litauen festzustellen suchte, hat mir einige Bodenproben geliefert in welchen ich einen Kalkgehalt von 2 bis 5% festgestellt habe. So ergibt sich, dass trotz des rauheren Klimas Litauens, im Vergleich zu Polen, die Carpinus-Wälder doch in eine für sie nicht eigene Zone eingedrungen sind.

Lang R. der die Faktoren der Anwesenheit und Bedeutung des Kalkes verallgemeinert [1]), schreibt: (Seite—67).

Ausser seinem günstigen Einflusse auf die Pflanzenwelt erzeugt der Kalk besondere Umstände für die Bodenbildung. Nebst dem alkalischen Verwitterungstypus dieser Böden, der dank Kalzium entsteht, bindet letzterer den Humus und kann dunkelgefärbte Böden von der Art der Rendzinaböden Polens bilden. Für die Entstehung dunkel gefärbter Kalkböden oder Kalkschwarzerden sind ausser Ca noch eine günstige Temperatur und Feuchtigkeit erforderlich. Aus einem Vergleich der Kalkböden verschiedener Gegenden folgt, dass für ihre Bildung möglichst eine mittlere Jahrestemperatur von 4 bis 6° C bei einer mittleren Niederschlagsmenge von 600 mm. — 650 mm. am günstigsten sind. Da aber am Kyffhäuser die mittlere Jahrestemperatur 8—9° C bei einer mittleren Niederschlagsmenge von 500 mm. beträgt, so erscheinen die Kalkböden etwas heller und nähern sich dem Typus der zonaren Grauerden.

Eben deshalb getrauen wir uns nicht diese Böden Kalkschwarzerden zu nennen, da sie in den meisten Fällen verhältnismässig wenig Humus enthalten.

---

[1]) Dr. R. Lang. Verwitterung und Bodenbildung, als Einführung in die Bodenkunde. 1920. S. 126.

Falls aber die Karbonatböden durch Verwitterung sulfathaltiger Gesteine (Stinkschiefer, Gips u. a.) entstehen und wenigstens geringe Mengen (0,8 — 1,0%) von Sulfaten enthalten, so haben die Böden bei denselben klimatischen Faktoren einen typischen Humushorizont und weichen in ihrem äusseren Aussehen wenig von den oben beschriebenen Gipsböden ab. Somit weisen alle Varietäten der Karbonatböden, die unter dem starken Einfluss verschiedener Gesteine in Zusammenhang mit den Veränderungen des Mikro = und Makroreliefs einerseits, und anderseits infolge der Schwankungen des Mikroklimas (Hänge, Senken u. dgl.) entstehen, ein sehr buntes Bild auf. Infolgedessen bilden alle diese Varietäten, Abweichungen und Uebergangsformen einen bunten karbo-sulfo-kalkigen Bodenkomplex.

Bis jetzt wurden nur die Typen der akklimatischen Böden berührt; um aber das Bild erschöpfend zu gestalten, müssten sie noch mit den umliegenden klimatischen oder zonaren Böden verglichen werden. Letztere sind am Kyffhäuser wiederum durch Komplexe grobkörniger Podsolböden vertreten.

Einige Angaben über die Podsolböden des Kyffhäuser-Gebirges.

In den Bezirken, in welchen Hervortretungen von Gneisen, Rotliegenden, Sandstein, Tonschiefer, Tonanschwämmungen, diluvialen und alluvialen Gebilden, die aber keinen Kalk enthalten, vorhanden sind, ist die Bodenbildung entweder angedeutet, oder sie schlägt deutlich die Richtung der Podsolbildung ein. Die entstehenden schwach podsoligen Böden sind an Nährstoffen recht arm und die Pflanzengemeinschaften, die sich stark von denjenigen der Kalkböden unterscheiden, weisen einen Charakter, der mehr nach N gelegenen Gegenden eigen ist, auf. Die Pflanzengemeinschaften sind nicht mannigfaltig und artenarm. Von den vorherrschenden Pflanzengemeinschaften fallen Anpflanzungen von Tannen mit einer geringen Beimischung von Birke und Espe an Letten, und von Kiefern an sandigen Gebilden auf. Stellenweise sind Laubformationen mit vorherrschenden Birken und Aespen u. e. a. entwickelt. An Hochflächen ist eine Grasdecke entwickelt. Interessant ist es, dass an grasig-waldigen Bergplateaus ein Schmarotzer Cuscuta stark entwickelt ist, der auf dem Grase einen gelblichweisslichen Ueberzug bildet.

An einigen Stellen jedoch kommen gut verwitterte Böden mit einer mannigfaltigeren Vegetation vor, was auf ein Vorhandensein der erforderlichen Nährstoffe deutet.

Was den mechanischen Bestand anbetrifft, so müsste erwähnt werden, dass an schwer verwitternden Gesteinen grobkörnige Böden enstehen. In Einzelfällen, z. B. bei Verwitterung von Sandschiefer, bildet sich ein von Humus schwach gefärbter oberer Horizont, auf welchem ein weisslicher, schwacher (10—15 cm.)

Podsolhorizont folgt, der in einen gelblichen, gelblich-rötlichen, Horizont „C" übergeht, wobei letzterer steinig ist und viele an der Oberfläche durch Eisenoxyde gefärbte Lammelen von Sandgestein enthält.

An leicht verwitternden Gesteinen oder an tonigen Substraten entstehen im Gegenteil feinkörnige, lettige und tonige aber auch fruchtbarere Böden. Als Beispiel könnten wir den Schnitt Nr. 9, süd-östlich von Schl. Rathsfeld vorgenommen, von folgendem Bau, angeben:

Hor. A_0 Rasenschicht 3 cm.
„ A_1 durch Humus schwach gefärbt, von gräulich-rosal Farbe, feinteilig, locker, 11 cm. stark.
„ B. Weisslich, feinteilig, merklich begrenzt, 15—18 cm. stark.
„ C. Dunkelgelb, rötlich, zwar ohne merkliche Ortsteingebilde, ober doch an Sesquioxyden recht reich. Kein Aufbrausen mit HCl.

Sehr interessant ist die Reaktion der einzelnen Horizonte dieses Bodens: die oberen Horizonte A_1 und B haben eine schwach saure Reaktion während der untere Ortsteinshorizont durch eine neutrale gekennzeichnet wird. Die Reaktion wurde an Ort und Stelle bestimmt. Die Reaktionsprobe an den Podsolböden des Kyffhäusergebirges hat auch in anderen Fällen dasselbe Resultat ergeben, obwohl in einem Falle eine schwach alkalische Reaktion beobachtet worden ist. Hieraus wurde geschlossen, dass die podsoligen Böden, da luftdurchlässig, nur in ihren oberen Horizonten eine saure Reaktion besitzen, in den unteren aber, infolge der guten Aeration eine vollkommene Oxydation und Neutralisation durch die von oben ausgewaschenen Salze stattfindet, weshalb auch der Ortsteinhorizont neutral erscheint.

An Kesseln und Tälern liegen Böden desselben Verwitterungstypus, jedoch mit etwas dunkleren Humushorizonten. Aber auch hier sind typische gut ausgeprägte Ortsteinhorizonte nicht vorzufinden. Folglich, muss diese Bodengruppe des Kyffhäusergebirges zum schwach podsoligen Bodentypus gerechnet werden, wobei an ihnen die chemische Reaktion das interessanteste ist.

In der Bodenliteratur wurde bis dato als Regel ein saurer Verwitterungstypus aller Podsolböden angenommen. Schon die Arbeiten von Ramann [1]) haben festgestellt, dass die Podsolbildung unter dem Einfluss von Krenaten, die bei der Zersetzung der Humussubstanzen enstehen, vor sich geht. Die aus dem Horizonte B ausgewässerten Stoffe häufen sich im Ortsteinhorizonte an, wobei angenommen wurde, dass letzterer nächst Oxyden auch Oxydule enthält.

[1]) Prof. Dr. Ramann. Forstliche Bodenkunde und Standortslehre. 1903.

Ehrenberg, [1]) der die Genesis der Böden des alkalischen Verwitterungstypus erläutert, vergleicht mit diesen die Podsolböden und bemerkt dabei: „Die sich so unter Herrschaft alkalischer Reakton bildende verhärtete Schicht—unser Ortstein entsteht im Gegensatz dazu bei durch Humussäuren hervorgerufener saurer Reaktion der Bodenflüssigkeit - bildet eine durchaus wasserdichte Sohle, die man gelegentlich zu Dränagezwecken durchbohrt".

Bei der Besprechung der Auswässerungsprozesse bemerkt Ehrenberg ferner, dass unter Einfluss der Niederschlagswasser und des Kohlendioxyds nächst anderen Stoffen auch Kalk ausgewässert wird: „Mit den Niederschlagswassern versinkt der von denselben als Kalziumkarbonat gelöste Kalk. Das Niederschlagswasser der warmen Jahreszeit wird dabei auf seinem Weg in die Tiefe immer stärker an kohlensauren Kalk angereichert werden und diese dann zumeist ungefähr in der Schicht, die es gewöhnlich noch zu erreichen pflegt, absetzen. Dabei ist nun nicht etwa gleich an Bildung von Kalkkonkretionen und verhärteten Schichten zu denken. Solche können ja allerdings unter Umständen durch Kalkauswaschung und Absatz desselben in tieferen Schichten auch, zumal in mehr ariden Gegenden, vorkommen, wie E. W. Hilgard nachwies".

Doch richtet Ehrenberg in dem obenangeführten Zitat die Aufmerksamkeit auf die Angabe Glinkas [2]), dass die saure Beschaffenheit der wässrigen Auszüge des Bleichsondes mit der Tiefe abnehme, und dass die Säure nicht von der Anwesenheit freier oder halbgebundener Bikarbonat - Kohlensäure abhängt.

Ausserdem nimmt Ehrenberg an, dass bei der Bildung von Ortstein Uebergangsverbindungen mit neutraler oder schwach - alkalischer Reaktion entstehen können: „Wenn, wie oben erwähnt, die Bodenteilchen der tieferen Erdschichten vorher feine Kalkhüllen erhalten haben—oder aber auch, wenn man hiermit nicht rechnen will, durch Adsorption,—wird es dabei zunächst zur Umhüllung der Bodenteilchen mit Humussubstantz, Eisenhydroxydkolloid u. dgl kommen, wie solche Hüllen bereits vielfach im Boden nachgewiesen sind. Th. Schlösing d. Ä. wies auch darauf hin, dass diese dann die Bodenteilchen aneinander kleben müssen. Hinzu treten wohl auch noch chemische Wirkungen der neutral oder durch hydrolytische Spaltung des Karbonats schwach alkalisch werdenden Bodenlösung. Endlich müssen die sich zunächst mehr oder weniger gallertartig ausscheidenden Kolloide wie ein Filter auf hinabsinkende Bodenbestandteile wirken und daraus feste Teilchen, wie auch kolloid und kristalloid gelöste Stoffe festhalten, zunächst vielleicht mehr oder weniger rein adsorptiv, dann wohl auch vielfach chemisch".

---

[1]) Dr. P. Ehrenberg. Die Bodenkolloide. 1922. Seite 362.
[2]) K. Glinka. Die Typen der Bodenbildung. 1914 S. 83.

Das sind im allgemeinen die neusten Angaben über das chemische Mittel, in welchem der Ortstein entsteht. Dabei müsste noch erwähnt werden, dass Glinka auf Grund der Arbeit von Ssacharoff[1]) besonders betont, dass in den von letzterem untersuchten Podsolböden, deren Acidität, in gr. NaOH ausgedrückt, für den Hor. A_1 — 0.0064, Hor. — B — 0.0033, Hor. — C — 0.0017 ergab, die Acidität mit der Tiefe bedeutend abnimmt und in Ortsteinhorizonte sehr schwach ausgeprägt ist. Ausserdem bemerkt Glinka auch noch folgendes: „Es ist bemerkenswert, dass die Gleihorizonte des früher beschriebenen Podsolbodens basisch reagieren; wir werden auf diese Erscheinung noch bei der Charakteristik der Moorböden zurückkommen".

Somit, ist an feuchteren Podsolböden die Anwesenheit eines Humushorizontes von sogar alkalischer Reaktion festgestellt, welche an anderen, den Podsolböden ähnlichen Böden (den Gruppen der Moor und Halbmoorböden) Glinka im Kapitel „Böden von übermässiger Befeuchtung" seines obengenannten Werkes beschreibt. Dabei wurden aber die Moor- und Halbmoorböden vor den Forschungen Glinkas zu den sauren Böden gerechnet, obwohl schon in der ersten Auflage seiner „Boden kunde" Glinka einen Fall der alkalischen Reaktion einiger Moorböden (aber nicht Torfböden) beschrieben hatte. In dem letzten Werke von Glinka „Die Böden Russlands" finden wir schliesslich eine Beschreibung der Wiesen-Podsolböden, die durch dunkle Humushorizonte gekennzeichnet werden und deren Wasserauszüge im Gegensatz zu den Wald-Podsolböden eine schwach alkalische Reaktion besitzen.

Schon auf Grund dieser Angaben konnte die Richtigkeit der allgemein verbreiteten Meinung, dass für die Podsolböden der an allen Horizonten saure Verwitterungstypus eigen ist, bezweifelt werden.

An den Podsolböden des Kyffhäusers ist aber bewiesen, dass nur der obere Horizont schwach sauer, der Ortsteinhorizont dagegen neutral ist. Der Ortsteinhorizont kann womöglich eine schwach alkalische Reaktion aufweisen, falls darin ein merkliches Quantum von alkalischen Erden vorhanden ist.

Da aber die Podsolböden des Kyffhäusergebirges, als Gebirgsböden grobkörnig sind, und daher die neutrale oder schwach alkalische Reaktion des Horizontes C auch auf Grund einer guten Aëration allein erklärt werden kann, so wurden von mir in Sachsen bedeutend nördlicher an einzelnen Horizonten nach Komber die Reaktionen an Ort und Stelle bestimmt worden.

Für diese Untersuchungen wurde ein Bezirk im Forst Dölau in der Nähe von Halle a. S., wo Kiefern und Eichenformationen besonders verbreitet sind, gewählt. Die bodenbildenden Gesteine

[1]) Ssacharoff. Journ. für experiment. Landwirtschaft. 1906 N 4 (in russ. Sprache).

sind porphyrartige Gesteine und Sandschiefer, die bei der Verwitterung hauptsächlich sandige Böden bilden, und daher eine gute Aëration besitzen. In diesem Forst ist der Prozess der Podsolbildung noch besser ausgesprochen, und auch der Ortsteinhorizont, an dem harte Ortsteingebilde zu beobachten sind, ist gut bemerkbar. Die Reaktionen dieser Böden an einzelnen Horizonten sind folgende:

Hor. A Rasenschicht—schwach sauer.
„ B Podsol (Asche) do.
„ C Ortstein neutral.

Da diese Böden vollkommen formiert, nicht grobkörnig waren, ist möglich zu schliessen, dass die Sandböden des Podsoltypus nur an den oberen Horizonten eine saure Reaktion besitzen, an dem Horizonte dagegen, in welchen d. h. im Ortsteinhorizont, die von oben ausgewaschenen Stoffe infiltriert werden, die Reaktion neutral oder schwach alkalisch wird.

Leider sind uns keine schweren lehmigen Böden begegnet, so dass diese Gruppe von Böden mit schlechter Aëration noch nachträglich in anderen Gegenden mit anderen klimatischen Bedingungen zu studieren wäre, um die Reaktion der unteren Horizonte festzustellen.

A priori kann aber angenommen werden, dass wenn an ihnen auch eine saure Reaktion des Ortsteinhorizontes festgestellt worden wäre, diese doch im Vergleich mit den oberen Horizonten bedeutend schwächer sein sollte. Die von oben ausgewässerten, nach unten durchsickernden und sich dort anhäufenden Alkalien und alkalischen Erden, wie z. B. K, Na und Ca, auch Eisen und Aluminiumhydrate müssen ja unumgänglich die Acidität des Mittels teilweise neutralisieren und dadurch schwächen.

Auf Grund dieser Beobachtungen und auch theoretischer Voraussetzungen halten wir es für möglich zu schliessen, dass an podsoligen und schwach podsoligen Böden die Acidität des Mittels mit der Tiefe abnimmt, am Ortsteinhorizonte aber meistens eine neutrale Reaktion, und nur zuweilen bei merklichen Mengen von Ca, eine schwach alkalische Reaktion zu beobachten ist.

Damit wollen wir die kurze Beschreibung der Böden des Kyffhäusergebirges schliessen.

Schlüsse:

1. Die Gipssböden kennzeichnen sich durch dunkele obere Hummushorizonte (35 cm. u. mehr), deren Hummusgehalt bis 15% erreichen kann, häufiger jedoch zwischen 7 und 8% schwankt. In chemicher Hinsicht sind sie an Kalziumkarbonaten in den obe-

ren und an Sulfaten in den unteren Horizonten reich, was durch Verwitterung von Gips zu erklären ist. An Cl und Alkalien sind diese Böden arm, besonders an ersterem. Die ausgebildeten Böden sind mechanisch feinkörnig und von ausgeprägter Struktur.

Bei Mangel an Feuchtigkeit sind diese Böden unfruchtbar, bei genügender Feuchtigkeit degegen sind diesen Böden mannigfache und üppige Pflanzenformationen eigen.

Aeusserst charakteristisch ist die alkalische Reaktion der Gipsböden, weshalb sie zu einem abgesonderten Klassifikationstypus gerechnet werden sollten.

2. Kalkböden entstehen auf Gesteinen, die an Kalk reich sind, wobei in Abhängigkeit von der Höhe der Jahrestemperatur und der Niederschläge entweder dunkelgefärbte, humusreiche, oder herbere, gräuliche humusarme Böden entstehen. Die Karbonatböden des ersten Typus entstehen möglicher-weise bei einer mittleren Jahrestemperatur 4—6° C und einer Niederschlagsmenge 600—650 mm. Bei diesen optimalen Bedingungen können von Humus dunkel gefärbte Humuskarbonatböden entstehen, in der Art der polnischen „Rendsinaböden" (Kalkschwarzerden).

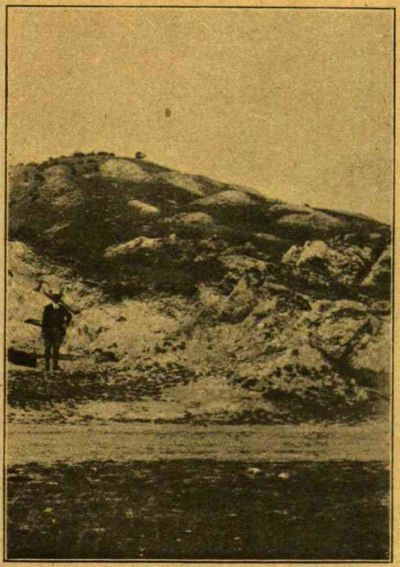
Weniger günstig ist die Jahrestemperatur von 8—9° C und die Niederschlagsmenge von 500 mm. bei welchen graue oder hell graue, an Humus arme Kalkböden entstehen, da infolge der hohen Temperatur eine Zersetzung der organischen Reste stattfindet. Wenn erstere Böden, da eine grosse Menge von Humussubstanzen (bis 15%) und eine bedeutende Menge von kohlensaurem Kalk enthaltend, zum Typus der Kalkschwarzerden oder humosen Kalkböden gerechnet werden müssen, so würde diese Benennung im zweiten Falle, da der Humusgehalt bis $1^1/_2$ — 2% sinkt, den Tatsachen widersprechen, und es wäre daher richtiger diese Böden in eine besondere Gruppe der armen Kalkböden oder schwach humosen Kalkböden einzuschliessen.

Die Kalkböden sind, nächst den Gipsböden, die besonders charakteristischen Vertreter der aklimatischen (endodynamomorfen) Böden.

Die Reaktion dieser Böden an allen Horizonten ist eine alkalische.

3 Die podsoligen und schwachpodsoligen Böden (Rohhumusböden) können nicht vollkommen zum sauren Verwitterungstypus gerechnet werden, wie dies bis zur letzten Zeit angenommen war. Nur für den oberen Horizont ist infolge der vorhandenen organischen Substanzen die saure Reaktion charakteristisch. Schon in dem nächsten (podsoligen) Horizonte, aus dem die alkalischen Erden ausgewässert werden, ist die Acidität der Reaktion bedeutend geschwächt. Im Ortsteinhorizonte ist dagegen die Reaktion in den meisten Fällen eine neutrale, was auch ganz

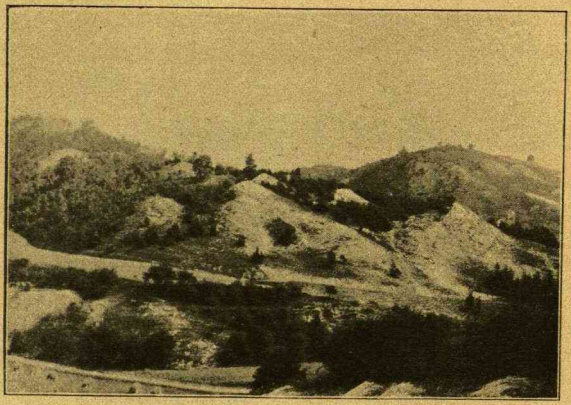
verständlich erscheint, falls die infolge der Infiltration entstandene Anhäufung von Alkalien, alkalischen Erden (K, Na, Ca u. a.) schwach alkalischen Hydraten und einigen anderen Verbindungen in Betracht gezogen wird. Falls im Ortsteinhorizonte merkliche Mengen von Ca vorkommen, kann die Reaktion sogar schwach alkalisch werden Somit ist die Reaktion der Podsolböden nur im obersten Horizonte eine saure und wird mit der Vertiefung (in den meisten Fällen schon vom Abstande 15—20 cm. von der Oberfläche gerechnet) immer schwächer und wird in der Tiefe von 40—50 cm. von der Bodenoberfläche eine neutrale, sofern ich es an den sandigen und lockeren Lehmsandböden Thüringens und Sachsens habe feststellen können.



Phot. von Kwaschnin-Ssamarin.

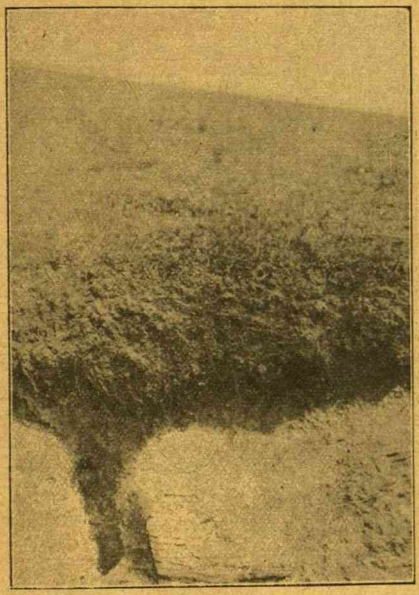
Plikas, be miško gipsinis Kyffhäuser'o kalno pietų šonas.

Waldlose südliche Gipshänge.



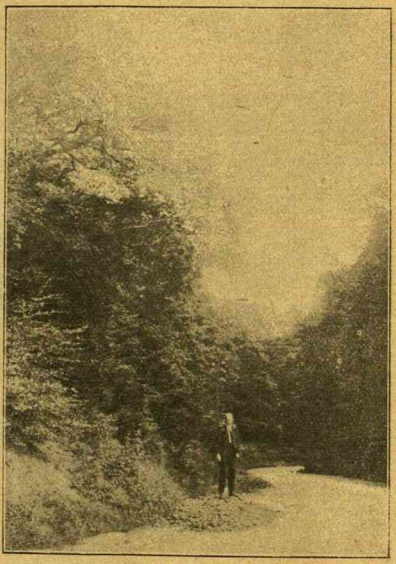
Phot. von Kwaschnin-Ssamarin.

Kyffhäuser'o kalnų pietų šlaitai.
Der Südfus des Kyffhäusergebirges.



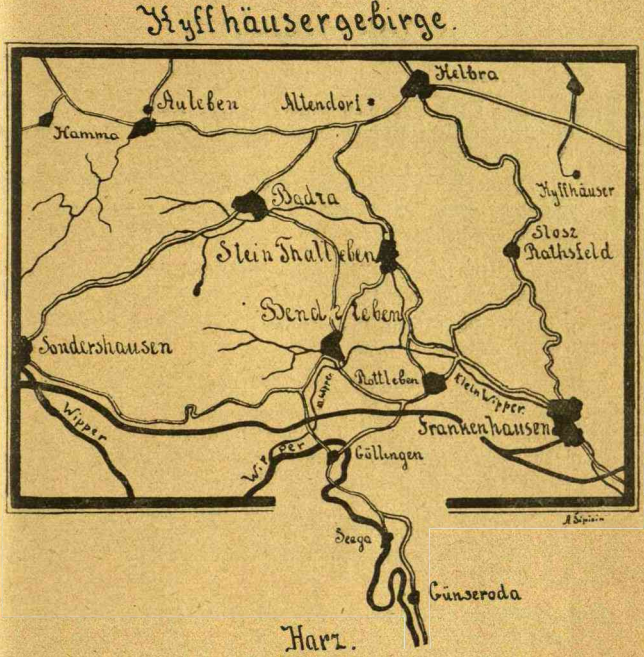
Phot. von Kwaschnin-Ssamarin.

Gipso dirva išsivėduliavimo stadijoje.
Gipsböden.



Phot. von Kwaschnin-Ssamarin.

Miško augalų charakteris viršukalnyje (plato).
Waldpflanzengemeinschaft der Gipsplateaus.



Kyffhäuser'o žemėlapis.

Literaturangaben.

1. Prof. Dr. Lang. Über nomenklatur der Böden. 1914.
2. Prof. Dr. Lang. Versuch einer exakten Klassifikation der Böden in klimatischer und geologischer Hinsicht. Internat. Mitt. f. Bod. 1915.
3. Prof. Dr. Lang. Verwitterung und Bodenbildung als Einführung in die Bodenkunde, Stuttgart. 1920.
4. Prof. Dr. Glinka. Bodenkunde. 1908. (in russischer Sprache).
5. Prof. Dr. Glinka. Die Böden Ruslands und der angrenzender Länder. Petrograd. 1923.
6. Dr. Arthur Petri. Die Vegetationsverhältnisse des Kyffhäuser Gebirges. Halle a. d. S. 1889.
7. Hellman. Die Niederschläge in den norddeutschen Stromgebieten. 1906.
8. Geologische Karten: Frankenhausen (Blatt 4) und Kelbra. Geognostisch bearbeitet in der nördlichen Hälfte durch E. Beyrich und Fr. Moest, in der südlichen durch A. Schlüter.
9. Prof. Dr. W. R. Williams. Allgemeine Ackerbaulehre. Moskau 1920. (in russischer Sprache).
10. A. Schimper. Pflanzengeographie auf physiologischer Grundlage. 1898.
11. E. Warming. Lehrbuch der oekologischen Pflanzengeographie. 1896.
12. Prof. Dr. Tanfilief. Abhandlungen der Expedition des Forstdepartaments. 1894. (in russischer Sprache).
13. Prof. Dr. Otozki. Die Grundwasser, T. I. Petrograd. (in russischer Sprache). 1910.
14. Prof. Dr. H. Puchner. Bodenkunde für Landwirte.
15. Dr. Max Passon. Kleines Handwörterbuch der Agrikulturchemie 1910.
16. Dr. Julius Sachs. Bericht über die physiologische Tätigkeit an der Versuchstation bei Thärand. Landwirtschaftliche Versuchstationen. Erster Band. 1859.

17. E. Heiden. Lehrbuch. Der Düngenlehre 2 Auflage. Band 2. 1887.

18. Dr. Wollny. Forschungen auf dem Gebiete der Agrikultur-Physik. 16 Band. 1893.

19. Prof. Dr. Prianischnikoff. Die Düngerlehre. Berlin. 1923.

20. Dr. Paul Ehrenberg. Die Bodenkolloide. 1923

21. P. Kossowitsch. Journ. exp. Landw. 1900. (in russ. Sprache).

22. Prof. Dr. K. Glinka. Die Typen der Bodenbildung, ihre Klassifikation und geographische Verbreitung. Berlin. 1914.

23. Lüdecke. Zeitschr. für Naturwissenschaft. B. 65. 1892.

24. Prof. Dr. Ramann. Forstliche Bodenkunde und Standortslehre. 1903.

25. Ssacharoff. Journal. für experiment. Landwirtschaft. 1906. Nr. 4. (in russ. Sprache).

Kolos pusiausalio augmeninė danga II dalis.

Prakalba.

Antroji mano darbo dalis apie Kolos pusiasalio augalinę dangą sudaryta tuo pačiu planu, kaip ir pirmoji, išleista 1923 metais (Regel 1923) [1])

Aš turėjau omeny surinkti kuo daugiau faktinės medžiagos ir paskelbti mano stebėjimų santrauką darbo pabaigoje.

Asociacijų aprašymas sugrupuotas topografinėj tvarkoj, kaip ir pirmajame mano darbe; visa, kas yra mano pasakyta ten III—VI puslapy, liečia ir šią mano darbo dalį. Aš palikau be permainų ir savo pažiūrą į sistematinę darbo dalį. (Žiūr. tarp ko kita Regel. 1925 m.). Keletas naujesnių darbų iš sistematikos negalėjo būti sunaudoti todel, kad mano kolekcijos ir herbarijos paliko Rusijoj. Sioj dalyj aš išdėstau augalinę dangą rytinės Kolos pusiasalio dalies — Lapponia ponojensis ir jo kalnuotų vakarų — Lapponia Imandrae. Aprašymas paremtas mano 1911 — 1912 — 1913 metų kelionėmis. Aš negalėjau sunaudoti visų rezultatų rusų ekspedicijos, tyrinėjusios Kolos pusiasalį 1921 metais, negalėjau taip pat patirti ir tų augalinės dangos atmainų, kurios galėjo įvykti išvedus Murmano gelžkelį, einantį per visą Lapponia Imandrae. Kartais, ypač aprašydamas Lapponia Imandrae, naudojausi kitų tyrinėtojų duomenimis, taip pat Petrapilio ir Helsingforso botanikos sodų herbarijų kolekcijomis. Panaudota literatūra visur nurodyta. Todel mano aprašymas duoda gana pilną vaizdą augalinės dangos, ištirtos ligi 1915 metų, kai buvo pradėtas statyti Murmano gelžkelis. Vidurinės dalys Lapponia ponojensis, kiek man yra žinoma, fito-sociologiniu atžvilgiu nebuvo ištirtas ir po mano kelionės 1913 metais.

Lapponia ponojensis — tai Kolos pusiasalio rytinė dalis, kurios riba su provincija Lapponia Varsugae prasideda Baltosios jūros, pakrašty truputį į rytus nuo Pulongos ir eina iš čia į vidurį pusiasalio ligi Vuljavr'o ežero rytinio kranto. Ežero krantai aprašyti mano darbe apie augaliją Lapponia Varsugae.

Botanikos geografiškoji provincija Lapponia ponojensis yra bangota plokštakalnė ligi 100 — 140 metrų aukštumo, apklota plonu morenų sluoksniu ir baigiasi pajūry uolotu krantu. Per vidurį provincijos teka žymiausia pusiasalio upė Ponoj'us, nuo kurios žiočių ir pradedu provincijos augalijos apžvalgą. Už 12 kilometrų nuo jūros dešiniajame upės krante guli Ponoj'aus kaimas. Čia upė teka giliame slėny, kurio šlaitai siekia 100 metrų aukštumo. Viršuj tęsiasi jūros link nuožulni kalvota plokštakalnė. Apačioj, aliuvialinės kilmės terasoj, pastatytas kaimas.

---

[1]) Žiūr. Literatūros sąrašą pusl. ...

Floros atžvilgiu Ponojaus kaimo apylinkės, žinomos savo retais, nepasitaikančiais toliau į vakarus augalais, gana ištirtos, ypač suomių botanikų kaip antai Baer, Kihlman, Brotherus, Knabe, Montell, Goebel ir kiti. [1])

Augalija tiriama šia tvarka 2)

LAPPONIA PONOJENSIS.

I Dešinysis Ponojaus upės krantas, 165—176 pusl.

a. Aliuvijus aukščiau kaimo, puslapis, (Žiur. № 412—413 žemlapis, I) augalija labai atsimainiusi nuo galvijų ganymo.
Einant nuo kaimo upės krantu aukštyn ganymo žymės vis nyksta, ir prasideda neliesta pirmapradė augalija iš krūmokšnių — neužaugų № 414 — 418.
1 km. aukščiau kaimo gneiso uolų suspaustas upės slėnys žymiai susiaurėja — № 419 — 421: ant molio pažymėta — № 422.

b. Ponojaus krantai žemiau kaimo, 168—169 pusl. Žemiau kaimo upė teka taip pat siauru slėniu. Ant upinių akmenų volo — № 423; tarp volo ir slėnio šlaito — № 424; sklypai tundrinės ir pievinės augalys stačiame slėnio šlaite sunešto akmenis — № 425. Beržių krūmai № 426 ir 427.

c. Upės žiotys, 168 pusl.
3 kilometrais žemiau kaimo slėny ant storo humuso — Nr. 428; ant plono humuso sluoksnio—Nr. 429—430.

d. Slėnio šlaitas, 170 — 177 pusl.
Šlaite pastebim sunešto smėlio ir žvyro sluoksnius, krištalinių padermių iškišulius, plotus su velėna ir humusu. Viršutinėj šlaito daly, duobėse, vietomis ir vasarą guli sniegas.
Pažymėtos sekančios asociacijų serijos, paimtos einant nuo upės aukštyn ligi šlaito krašto.

1. Prie kaimo Nr 431 — 437;
2. Prie akmenų volo — Nr. 438 — 444, aukščiau asociacija Violetum biflorae.
3. Į rytus nuo kaimo Nr. 445 — 454
Atlapesnės šlaito dalys, pavyzdžiui erozinės kaktos, apaugusios Empetretum nigri ir, ypač viršutinėj šlaito daly, tošinėmis kerpėmis *Ochrolechia tartarea var. thelephoroides*, žiūr. schemą 177 pusl.

II Dešiniųjų Ponojaus intakų slėniai, 177 pusl.
Upeliai teka siaurais slėniais su stačiais uolotais šlaitais
a. Žiotys.

---

[1]) Žiūr. Literatūros sąrašą.

[2]) Nr. Nr. atatinka augalų sąrašams vokiečių tekste.

Prie upelių žiočių pastebimas ryškus kontrastas tarp augalijos S ir SW šlaitų iš vienos pusės ir N ir NW šlaitų — iš kitos. Žiemių šlaitas — Nr. 455.

b. Upelis netoli nuo Ponojaus kaimo. Slėnio dugnas išklotas vietomis morenų akmenimis, vietomis smėliu be velėnos; humuso yra tik dauburiuose tarp akmenų. Auga *Equisetum heleocharis* ir, vandeny, *Caltha palustris;* be to Nr. 456. Aukštenėse ir sausesnėse vietose — Nr. 457 ir 458.

c. Slėnio šlaitas. Apačioj ant molio — Nr. 459, 460; aukščiau šlaite — Nr. 461 — 466.

III Kairysis Ponojaus krantas.

Kairiojo kranto augalija žymiai skiriasi nuo dešiniojo kranto augalijos. Atkreiptas į pietus saulės labiau šildomas kairysis krantas apaugęs ne tundros asociacijomis, bet pievomis beržų krūmais, alpiniais matais. Į tai atkreipė dėmesį jau ir K. E. Baer'is, aplankęs Ponojaus kaimą metais. Apatinė šlaito dalis nuolaidi, sudaryta iš molio su storesniu ar plonesniu humuso sluoksniu.

1. Slėnio Šlaitas, 180 — 186 pusl.

a. Upės pakrantė silpnai išreikšta.

b. Žemutinė šlaito dalis apželusi pievomis, kuriomis traukiasi žemyn erozinių įdubimų ir gauburių paralelinės eilės.

α. Eroziniuose įdubimuose — Nr. 467 — 470.

β. Ant erozinių gauburių — Nr. 471 — 473.

γ. Krūmų zona tęsiasi aukščiau už pievų zonąs; ji pažymėta Nr. 474. Šaltinių vilgomose dirvose — Nr 475.

c. Viršutinė šlaito dalis. Tankūs berželių ir gluosnių krūmai—Nr. 476; tarp krūmų aikštelėse—Nr. 477—478. Viršuj pasitaiko pievų išimtinai tik erozinėse lomose — Nr. 479 — 482.

Ant erozinio kauburio — Nr. 483—484. Prie viršutinio šlaito krašto berželiai išnykę. Eroziniuose kauburiuose — Nr. 485. — Kalnų padermių nuotrupos Vyrauja — Nr. 486.

2. Šoninis slėnys, 186 — 190 pusl.

Slėny upelio, įtekančio į Ponojų 1 kilometru žemiau kaimo, augalija nuo ekspozicijos skirtumo taip pat labai pasikeitusi.

a. Slėnio dugnas. Ant smėlio — Nr.487; ant humus'o — Nr. 488.

b. Dešinysis upelio krantas. Asociacijų paskirstymas šlaite, atkreiptame į SO, einant iš apačios aukštyn Nr. 489 — 495; viršuj, prie viršutinio šlaito krašto, pereinamoji į tundrą bendrija Nr. 496.

c. Kairysis upelio krantas. Šlaite, atkreiptame į NW, neužaugų ir špalierinių krūmokšnių augalija — Nr. 497 — 501; viršuj — Nr. 502.

3. Literatūros duomenys: augalai aprašyti Brotherus'o (1873 pusl. 77).

IV Plokštakalnė.

Plokštakalnėje, perskrostu giliu, panašiu į kanjoną Ponojaus slėniu, tęsiasi gūdi tundra, pridengta plona morena, sudaryta iš smėlio ir akmenų. Vietomis išeina paviršiun pamatinė krištalinė padermė. Žemose vietose randasi durpynai ir balos. Molio dirvų retai kur te pasitaiko.

Prie upelių dirva dažniausia sudaryta iš suneštų humuso nuosėdų.

1. Dešinysis Ponojaus upės krantas, 190—193 pusl.

a. Sausos dirvos. Uolota atlapa, vėjo pagairėj esanti tundra—Nr. 503; humusas - Nr. 504—505.

b. Drėgnos dirvos. Nuo sausų vietų ligi balos visokioj dirvoj išplitęs Betuletum nanae—Nr.506 — 511.

c. Literatūros duomenys.

2. Kairysis upės krantas. 193 — 199 pusl.

Plokštakalnės augalija tokia pat, kaip ir dešiniajame krante, tik čia daugiau durpynų.

a. Balos kompleksai.

Šlapiose vietose — Nr. 512.

Asociacijų kompleksas I.

Durpiniai kauburiai — Nr. 513 — 514;
įdubimai — Nr. 515, 515a.

Kompleksas II.

Įdubimai — Nr. 516;
metru aukščiau — Nr. 517 — 518.

Kompleksas III.

Nr. 519.
ant durpinių kauburių — Nr. 520 — 521;
prie tundros — Nr. 522;
šlapiose vietose — Caricetum irriguae.

Kompleksas IV.

Įdubimuose — Nr. 523;
ant durpinių kimsų — Nr. 524.

b. Ežerai išmėtyti plokštakalnėj tarp durpynų. *Carex stans, Ranunculus Pallasii,* aplink ežerą — Nr. 525.

c. Sausa tundra.
Labai plonas humuso sluoksnis — Nr. 526; Įdubimai — Nr. 527; storesnis humuso sluoksnis — Nr. 528. Visai atlapose vietose augalija reta sudaryta iš *Ochrolechia tartarea*. Marenos smėliniai kimsai irgi apaugę *Ochrolechia tartarea* — Nr. 529. Vietomis pasitaiko šliaužiančios eglės; po jomis velėna — Nr. 530.

d Tekantis vanduo.
Upelio pakraščiais, III komplekse (pusl.) — Nr. 531; šlapiose vietose — Nr. 532.

V Tarp kaimo ir jūros.

1. Bendra apžvalga.
Dešiniajame slėnio šlaite ant erozinių kauburių auga krūmokšniai neužaugos, kerpės; kairiajame krante auga berželių krūmai ir želia pievos. Jūros pusėn šlaitai pamaži eina žemyn.

2. Lachta, 199 — 201 pusl.

a. Slėnio šlaitas.
Už 8 kilomentrų nuo Ponojaus kaimo, einant upe žemyn, dešiniajame jos krante 1 aliuvialinėj terasoj yra mažas kaimelis Lachta prie žiočių upelio, vadinamo tuo pačiu vardu. Upės slėnio šlaituose — Nr. 533, 534.

b. Plokštakalnė apklota tundra.
Aukštose vietose — Nr. 535; žemesnėse vietose — Nr. 536.

c. Upelio slėnys.
Slėny ant molio — Nr. 537; ant aliuvijaus — Nr. 538.

3. Ponojaus upės žiotys, 201 pusl.
Žiotys apsuptos žemomis krišlalinėmis uolomis, tarp kurių sniegas ir vasarą neištirpsta. Uolotoj salelėj pastatyta keliatas trobelių kur laukiama ateinančio pašto garlaivio Salelės augmenija skurdi. pusl.

C. Jūros pakraštys į žiemius nuo Ponojaus žiočių.

1. Trys salos. 201 — 202 pusl.
Už 15 kilometrų į žiemius yra trys salos, aprašytos įvairių autorių. Senovėj jos buvo žinomos, kaipo žvėjų sustojimo vieta.

II. Už 10 kilometrų į žiemius nuo trijų salų randasi Orlovo majakas. Šią vietą yra aprašęs Kihlman'as (1890), gyvenęs čia keliatą mėnesių ir Brotherus'as (1873).

III. Didelė tundra tarp Ponojaus ir Orlovo majako taip pat Brotherus'o ir Kilhman aprašyta.

VI. Kačkovka. 203 pusl.
Tekančios į Baltąją jūrą, Kačkovkos upės žiotys, kurios randasi už 50 kilometrų į žiemius nuo Ponojaus, yra žinomos savo flora dėka Schrenk'o. Brotherus'o ir kitų tyrinėjimams. Čia surinkta gana daug įdomių rytinių augalų rūšių.
V. Swjatoj Noss ir Jokansk. Įvairių autorių augalų sąrašas.

D. Jūros pakraštys į pietus nuo Ponojaus žiočių ligi Sosnovec.

I Kuzmin'as, 204 pusl.

Į pietus nuo Ponojaus žiočių paviršiaus charakteris labai persikeičia. Uolos apklotos storu morenų sluoksniu, kuris pajūry sudaro kriaušius ligi 15—20 metrų aukštumo. Kristalinės padermės išeina paviršiun tik prie kriaušių pamato, sudarydamos vietomis povandeninius rifus ir uolas. Už 10 kilometrų į pietus nuo žiočių ir už 3—4 kilometrų nuo jūros randasi Kuzmin'o kalvos. Pajūriu traukiasi žemos uolos, tarp kurių prisirinkę humuso. Pažymėti velėnos sklypai šios sudėties: užregistruoti stačiame kriaušiuje — Nr. 540; eroziniuose įdubimuose—Nr. 541; ant erozinių kauburių—Nr. 542.

II Dolgaja guba, 205 pusl.

už 20 kilometrų į pietus nuo Kuzmin'o.

1. Jūros pakrantė., 205 — 206 pusl.
Paviršius labai panašus į Kuzmin'o apylinkės paviršių. Ant žemų uolų prie jūros — Nr. 543; kiek aukščiau — Nr. 544; akmenuotame pajūry — Nr. 544 a.

2. Kranto šlaitas., 206 — 208 pusl.

a. Šlaitas atkreiptas į E ant erozinių kauburių—Nr. 545, 546 prie šlaito pamato — Nr. 547; dar žemiau—Nr. 544a; eroziniuose įdubimuose Nr. 548—551; Nr. Nr. 549, 550 ir 551 primena Alpių uolotų lomų bendrijas.

b. Šlaitas atkreiptas į SW.
Pievos bendrija — Nr. 552; aplink trykštantį šaltinį—Nr. 553; toliau nuo šaltinio sausesnėj dirvoj—Nr. 553 a.

3. Plokštakalnė. 208 — 210 pusl.

a. Durpynai.
Silpnai kalvota plokštakalnė apklota tundros asociacijomis. Uolų dirvose bendrijos visai tokios pat, kaip prie Ponojaus kaimo. Lomose randasi durpynai. Dideli durpyno kimsai — Nr 554; maži kimseliai apžėlę *Rubus chamaemorus;* Žemose ir šlapiose vietose *Caricetum rotundatae* ir *C. rariflorae.*

b. Ežerai.

Už 25 — 30 metrų nuo plokštakalnės krašto randasi *Hippuris* ežeras; jo krantai turi apie 1 kilometrą ilgumo, dugnas sudarytas iš morėnų, apiink durpynas.

I Litoralinė zona — *Hippuris vulgaris.*
II pasinėrusi pakrantė — *Carex aquatilis;*
III krantas—Caricetum aquatilis; toliau nuo vandens, durpėse — Nr. 555;
IV tundra, kaip 554.

c. Tundra.

Pamažu kylantis plokštakalnės šlaitas. Už 1 kilometro nuo jūros — kerpių tundra — Nr. 556, žemiau susiduria su Nr. 554, aukščiau, lomoj ant drėgno humuso—Nr. 557; pakraščiais—Nr 558. Pereinamojoj juostoj tarp Nr. Nr. 557 ir 558— asociacija Betuletum nanae sphagnosum — Nr. 559.

III Pialka. 210 — 212 pusl.

1. Pajūrys.

Už 12 kilometrų į S. W. nuo Dolgaja guba randasi upelio Pialka žiotys. Pajūry daugybė rifų ir uolų, viršuj tęsiasi tundra.
Kriaušiaus uolų plyšiuose — Nr 560.

2. Plokštakalnė.

Kalvotoj plokštakalnėj — Nr. 561
Tundros slėny Nr. 562

3. Upelio slėnys.

Uolotuose šlaituose — Nr. 564;
Slėny tarp akmenų — Nr. 565.

IV Vilovataja guba, 212 pusl.

Į S. W. nuo Pialkos deltos randasi skiautėta Vilovataja guba. Plokštakalnė apklota tundra, lomose durpynai. Pajūry prie uoloto šlaito pamato ant smėlio — Nr. 566.
Smėlėtame pajūry tarp uolų — Nr. 567.
Paminėti taip pat kai kurie augalai Schrenk'o surinkti.

E. Sosnovca's.

I Bendra apžvalga. 213 pusl.

Už 90 kilometrų į pietus nuo Ponojaus žiočių randasi loparių kaimelis—Sosnovec'as. Lyguma, kurioj kaimelis pastatytas, pakilusi per 7 metrus nuo jūros paviršiaus ir sudaryta iš deltos padarinių, kurie sutinkami ir aukščiau ligi 15 metrų. Vyrauja smėlys ir upiniai akmenys, vietomis kyšo ir pamatinė kristalinė padermė. Į vakarus už 5 kilometrų nuo kaimelio lyguma pakyla, sudarydama Sakalų kalnus.

Panašūs kalnai ligi 100 metrų aukštumo tęsiasi nuo to paties kaimelio į N ir NE.

II Lyguma į W. ir į S. nuo kaimo.

1. Lyguma, 213 pusl.
   Lygumoje, kaimo apylinkėse — Nr. 568. — *Empetrum* Tundra mažose lomelėse — Nr. 569; didesnėse lomelėse durpynai.
   Prie jūros, viršutiniame kriaušiaus krašte — Nr. 570.
2. Jūros krantas, 214 — 215 pusl.
   Pajūrio smėlynas — Nr. 571;
   Uolotas kriaušius — Nr. 572;
   Smėlėto kriaušiaus asociacijų serija:
   a. viršuj — Nr. 570;
   b. kriaušius — Nr. 573;
   c. nedidelė pabiraus smėlio terasa — Nr. 574;
   d. kriaušius kiek žemiau — Nr. 575
   e. prie vandens —
3. Durpynai, 215 — 217 pusl.
   Lygumoje, į S ir S.W. nuo kaimo daug yra durpynų, kurie tęsiasi keletą kilometrų.

Asociacijų serijos.

I Ežeras vidury durpyno.

Litoralinė zona Caricetum lasiocarpae — Nr. 576.
Durpinis krantas — Nr. 577.
Toliau nuo ežero krašto—Nr. 578. Kartu su Caricetum dengia durpinius krantus.
Po *Dicranum* guli silpnai suanglėjusios sfagninės durpės.
Tarp kauburių — Nr. 579;
durpyno pakraščiuose — Nr. 580.

II Nedidelis ežerėlis vidurį durpyno.

Žemas krantas — Nr. 581;
durpyno pakraščiuose — Nr. 582.
Be to, egilių grupės; po jomis žolinė danga iš asociacijos Corneto Myrtilletum.

4. Šaltinis. 217 — 218 pusl.
   Smėly prie kalvos pamato trykšta šaltinis
   Ant kalvos — Nr. 583.
   Prie kalvos pamato aplink šaltinį — Nr. 584.
   Šaltinio kraštuose ir prie tekančio iš jo upelio — Nr. 585;
   Kiek toliau, tarp samanų, pasirodo *Sphagnum* ir *Aulacomnium palustre;* be to asociacija — Nr. 586.
5. Durpynai prie upelio. 218 — 219 pusl.
   Žemiau šaltinio upelio tekmė—Nr. 587. Pažymėti upelio krantų augalai (be Nr.). Žemiau, kur upelio kran-

tai tvirtesni ir sausesni — Nr. 588. Toliau nuo upelio prasideda durpiniai kimsai, apaugę kerpėmis. Durpyne — Nr. 589 ir 590.

6. Kitas šaltinis. 219—220 pusl. Kalvos pakalnėj šlapiose durpėse prie vandens — Nr. 591 pereina į Nr. 592; toliau nuo šaltinio — 593.

7. Pamatinės kristalinės padermės iškišuliai. Pamatinė padermė daugely vietų išeina paviršiun, sudarydama vidury durpyno žemus uolotus kauburius. Pažymėta Nr. 594.
Arčiau prie Sakalų Kalno — Nr. 595.

III Lyguma į žiemius nuo kaimo, 220 pusl.

1. Apžvalga. 220 pusl.
Į žiemius nuo Sosnovco Sosnovkos krantais durpynai mažiau išsiplėtę, kristalinė padermė tankiau išeina paviršiun, reljefas kalvotesnis.
2. Sosnovkos krantai, 221 pusl.
Arti žiočių paupys sudarytas iš:

a. litoralinės zonos;
b. pakrantės su akmenuotomis pievomis — Nr. 595;
c. upės slėnio šlaitas — Betuletum corneoso myrtillosum.
d. plokštakalnė. — Betuletum corneosum; daug kirtimų tankumas — 8.

IV Lyguma tarp kaimo, upės ir aukštumų, 221—226 pusl.

1. Lyguma prie kaimo — Nr. 597.
2. Erozinis slėnys susikerta su upės slėniu stačiu kampu. slėnio dugne — Nr. 598; pakraščiuose — Sphagnetum; aukščiau Nr. 599, 600.
3. Beržynėlis terasoje prie upės už 2 kilometrų nuo kaimo, aukštupio pusėn — Nr. 601.
4. Kristalinės padermės kauburiai Nr.—602. Įdubimai tarp uolų iškyšulių — Nr. 603, 604 ir 605.
5. Miškas aukštumoj tarp durpynų — Nr. 606.
6. Upelis uolotame slėny — Nr. 607, 608.
7. Santrauka.
Lygumoje į žiemius nuo kaimo visur auga beržai: kalvų ir aukštumų šlaituose ir plonoje uolų dirvoje. Žolinėj dangoj vyrauja Empetretum nigri. Beržai dažniausia stalo pavidalo formos. Lygiose vietose berželiai kartu su *Empetrum nigrum* sudaro giraites vyšnių sodų pavidalo. Pavieniui sutinkama eglė. Lygumų miškai pamažu virsta balomis pereidami stadijas: *Betula nana — Polytrichum strictum — Sphagnum.*

IV Aukštuma.

1. Sakalų kalnas (Gora Sokolja), 226—230 pusl.

a. Viršūnė.

α Sausa dirva.

Kalno viršūnė, pakilusi ligi 110 metrų absol. aukštumo, plokščia, su lomelėmis ir įdubimais. Sausas dirvas dengia tundra—Nr. 609, 610. Ant kimsų—kerpės. Vietomis sutinkama eglutės ligi 0,7 metrų aukštumo ir jų kelmai su 12 cm. diametru.

β Depresijos.

Nr. 611, 612. Durpynų kauburinose 1,5 — 2 metrų aukštumoj — Nr. 613. Krašto įdubimuose — Nr. 614. Erozinėj vagoj durpyno pakrašty — Nr. 615.

b. Šlaitas.

Šlaitai apaugę mišku. Prie viršutinės šlaito ribos — Nr. 616. Vietomis—Nr 617 su beržais ligi 3 metrų aukštumo, pavienės eglės 4 — 5 metrų aukštumo, po jomis — Nr. 618. Perėjimas tarp viršūnės ir šlaito augalinės dangos sudaro asociaciją — Nr. 619. Šlaito miškas — Nr. 620, 621.

2. Aukštuma už 2 kilometrų į vakarus nuo Sosnovco, 230—231 pusl.

Aukštuma pakilusi ligi 50 m. abs. aukšt. Plokščioj viršūnėj tundra iš Lichenetum. Įdubimuose—Nr. 622. Ant durpinių gauburių — Ochrolechietum tartareae. Prie viršūnės krašto — Nr. 623. Smėlėtas šlaitas atkreiptas į S — Nr. 624. Įdubimas šlaite — Nr. 625.

3. Viršūnė į vakarus nuo kaimo, 231—233 psl.

a. Viršūnė.

Viršūnė plokščia ligi 50 m. abs. aukštumo, pridengta morenomis. Labiausia iškilusiose vietose ant smėlio — Ochrolechietum tartareae Nr. 626. Durpyno įdubimuose — Nr. 627. Sausoj morenoj prie krašto — Nr. 628. Be abejonės seniau čia buvęs miškas išnyko deliai kirtimų ir susidariusios balos.

b. Šlaitas.

Šlaitas atkreiptas į rytą — Nr. 629. Ant lygaus kriaušiaus — Nr. 630.

Santrauka.

Sosnovco apylinkėse visos lygios vietos lygumose ir aukštumose pamažu virsta balomis. Miškų yra tik šlaituose, kur balos susidaryti negali. Asociacijos Betuletum nanae yra pereinamosios tarp miškų ir tarp durpynų, iš visų pusių ant jų slenkančių.

F. **Babja upė ir Babja ežeras,** 233–235 **pusl.**

I Plokštakalnė. Už 20 kilometrų nuo Sosnovco randasi žiotys Babjos upės, loparių kalba. Vakjok vadinamą Vieta mažai kuo tesiskiria nuo Sosnovco apylinkių. Plokštakalnė — Nr. 631. Už 1 kilometro nuo jūros — Nr. 633, 632. Tarp durpinių kimsų — Caricetum rotundatae sudaro perėjimą tarp Nr. 631 ir 632.

II Jūros krantas. Pajūry plokštakalnė staiga nusileidžia sudarydama stačius kriaušius. Pakriaušės uolas dengia pabirus smėlys — Nr. 638. Nuolaidaus smėlėto šlaito pradžioje — Nr. 634. Arčiau prie jūros—Nr. 635, 636, 637. Ant smėlyje ant žemo uolais — Nr. 638.

III Ežeras Babja aprašytas sekant Kihlman'ą (1890).

G. Ponojaus upė nuo Ponojaus kaimo ligi Ačerjok'o upės žiočių.

I Ruzinicho slėnys, 236 pusl.

Už 12 kilometrų nuo Ponojaus kaimo randasi Ruzinicho upelio slėnys, iš kur pažymėti kai kurie augalai, rasti Brotherus'o 1873 m.

II Ponojaus slenksčiai, 236 pusl.

Aukščiau kaimo, už 15 kilometrų prasideda Ponojaus slenksčiai. Vietos charakteris labai maža tepasikeičia: tos pačios pievų ir neužaugų—krumokšnių asociacijos; tiktai krūmokšniai čia augalotesni ir tankesni, ir eglė čia dažniau sutinkama, nei Ponojaus kaimo apylinkėse. Ties didžiuoju slenksčiu Ponojaus slėnys, uolotų, ligi 130 metrų aukštumo šlaitų suspaustas, labai siaurėja. Pažymėta keliatas augalų, rastų uolų plyšiuose. Aukščiau Didžiojo Slenksčio slėnys vėl prasiplečia. Tarp atskirų slenksčių tęsiasi ilgesnės ramios tekmės dalys.

Ruplėti beržai su retai išmėtytomis aštreviršunėmis eglėmis sudaro giraites slėnio šlaituose.

III Upelio slenys, 237 pusl.

Aukščiau, apie 20 kilometrų nuo Didžiojo Slenksčio randasi žiotys upelio, kairiojo Ponojaus intako, tekančio giliu slėniu.

1. Ponojaus pakrantė, 237 pusl.
   Smėlėtame pakrašty — Nr. 639.
2. Slėnio šlaitai, 237—240 pusl.
   Ponojaus slėnio šlaitai apaugę beržais ir mišraus chrakterio mišku.
   Aprašoma šios asociajų serijos:

a. Aukščiau upelio žiočių:
Akmenuota pieva ant Ponojaus kranto
20 metrų aukščiau — Nr. 640;
aukščiau — Nr. 641;
dar aukščiau — Nr. 642
80 metrų aukščiau upės — Nr. 643.

b. Žemiau upelio žiočių:
paupy — akmenuota pieva;
20 metrų aukščiau upės — Nr. 644;
aukščiau — Nr. 645;
40 metrų aukščiau upės — Nr. 645;
60 „ „ „ Nr. 646;
80 „ „ „ Nr. 647;
100 „ „ „ Nr. 648.
105 metrais aukščiau upės prasideda išsiplėtusi visoj plokštakalnėj tundra.

3. Plokštakalnė, 240 pusl.
Kalvotą plokštakalnę, kaip ir prie Ponojaus kaimo, dengia tundra.
Sausos pakilusios vietos — Empetreta nigri, Arctostaphyleta alpini.
Beržai sutinkami upių slėnių pakraščiuose. Lomose — balos bendrijos — Betuletum nanae. Molynėse — dėmėta tundra — Nr. 649.

IV Purnač'o žiotys, 241—257 pusl.

1. Nuo slenksčių ligi Purnač'o upės žiočių. 241 pusl.
Aukščiau upės žiočių miškas slėnio šlaituose eina tankyn.
Čia pasirodo pirmosios pušys.
Iš kairiosios pusės už 80 kilometrų nuo jūros įsilieja Purnač'o upė; ji, kaip ir Ponojus, srauni, slenksčiuota.
Beržynai dažniausia su žoline danga.

2. Dešinysis Ponojaus krantas, 241 pusl.
a. Miškas aliuvijaus terasoj prie Purnač'o žiočių daugiausia išnaikintas; vietoj miško išigalėjęs viržynas.
Ant Purnač'o kranto — Nr. 650.
Ant Ponojaus kranto siaura miško juosta — Nr. 651.
Tarp Betuletum ir slėnio šlaito — Nr. 652.

b. Upės slėnio šlaitas.
Šlaite — Nr. 653.

c. Plokštakalnė
Kalvotoj plokštakalnėj vyrauja ne miško bendrijos; miško čia išlikę tik maži sklypeliai salų pavidalo. Paupy plokštakalnė pakilusi 30—40 metrų virš vandens; toliau nuo upės ligi 60 — 70 metrų.
α. Miško salelės.

A. Miško salelės 60 metrų aukštumoj, nedideliame kaubury — Nr. 654;
aplink salelę — Nr. 655;
ant kimsų — Dicranietum elongatae lichenosum.

B. Miško salelė ant kauburio 70 m. aukštumo (nuo upės) — Nr. 656.

C. Miško salelė plokštakalnėj žemiau B. Eglės baigia nykti; kirtimo žymės.

D. Miško salelė ant kauburio 60 metrų aukštumo — Nr. 657. Kauburiai, ant kurių neauga miškas, apžėlę kerpėmis ir kartu su jomis augančiais mažais krūmeliais — šunkrūmiais.

β. Tundra.
Visus plokštakalnės įdubimus užima durpinė tundra arba tundros balos, kurias pertraukia tik maži kauburių miškeliai.

Pažymėtos asociacijos:
A — N 658;
B — N 659 — prie miškelių;
C — N 660;
D — N 661 — ant upelio kranto.
E — N 662 — gilus erozinis įdubimas.

3. Kairysis Ponojaus Krantas, 249 pusl.
Kairiajame Ponojaus krante prieš Purnac'o žiotis aliuvijaus terasa neišreikšta.

a. Plokštakalnė, 249 pusl.

α. Tundros bendrijos.
Plokštakalne tęsiasi tokia pat tundra su išmėtytais mažais miškeliais, kaip ir dešiniajame krante. Vyrauja balotos tundros ir durpinės tundros bendrijos iš šių asociacijų:
Nr. 663;
Nr. 664 — įdubimuose su labai šlapiomis durpėmis;
Nr. 665 — labiau apsaugotose vietose.

β Plokštakalnės upeliai.
Upelių krantais tundros augalija labai persikeičia — Nr. 666.
Medžiai: beržai ir eglės, su atgręžtomis į pietus šakomis. Po eglimis žolinė danga iš *Cornus suecicus Vaccinium Myrtillus*, Sphagnetum herbosum Nr. 667.
Įdubimuose su vandeniu — Nr. 668, 669.

γ Miškeliai.
Miškeliai išmėtyti vidury tundros.

A. 100 metrų aukščiau upės vyrauja — N 670;
B. 100 — 200 m. aukščiau upės — 671.

b. Plokštakalnės atšlaitos, 253 pusl.
Plokštakalnė pamažėlia nusileidžia į upės slėnio šlaitą. Miškas čia užima daug didesnius plotus nei pačioj plokštakalnėj; jį pertraukia tik nedideli durpynai.
— Nr. 672.
20 metrų žemiau, kur medžiai aukštesni—Nr. 672 a; ant durpių—Nr. 673; tarp durpinių kimsų—Nr. 673 a. Parodyta apskaitymas balos eglių 100 kv. metrų. — — Nr. 674.

c. Upės slėnio šlaitas, 256 pusl.
Viršutinė šlaito dalis apaugusi — N 675. Apatinė šlaito dalis statesnė, daugely vietų išeina aikštėn krikštalinė paderinė — N 676. Ant upės kranto—N 676 a.

V Purnač'as — Ačerjok'as, 257—258 pusl.

Už 60 kilometrų nuo Purnač'o aukštyn yra žiotys kitos nemažos upės—Ačerjok'o, kur augalija mažai tepasikeičia. Slėnio šlaitais auga tankūs beržynai. Eglių maža. Toliau, einant upe aukštyn, eglių skaičius tolydžiai mažėja ir, 8 kilom. žemiau Ačerjok'o, sutinkami pirmieji beržai. Ponojaus krantais tęsiasi akmenuotos pievos; vietomis pasitaiko nedideli kūlynai *Carex aquatilis*. Ant aliuvijų auga Betuleta tortuosa. Pasitaiko ir Sfagninės balos, tik jau didesnės. Tarp Purnačj'o upės žiočių ir Kolčak'o ant aliuvijaus mosėdų. Akmenuotoje pievoje—Nr. 677. Balos asociacijos kitose aliuvijaus dalyse, toliau nuo upės—Nr. 678. Už durpynų prasideda slėnio šlaitas Nr. 679.

VI Ačerjok'as, 258—266 pusl.

1. Aliuvijaus terasa, 258 pusl.

Ties žiotimis savo kairiojo intako—Ačerjok'o, Ponojus perskrodžia aliuvijaus terasą 10 metrų aukštumo sudarytą iš akmenų ir smėlio.

a. — Pakrantė.
Akmenuota pieva—Nr. 680; Siaura miško juosta prie terasos pamato Nr. 681.

b. — Terasos atšlaitas.
Atšlaitė — Nr. 681;
Aukščiau — Nr. 682;
Dar aukščiau — špalieriniai ir neužaugos-krūmokšniai.

c. — Terasos paviršius.
Terasos paviršiuje — balos, kerpėtos lygumos ir reti erpėti beržynėliai. Miškai išliko tik terasos kraštuose ir apatinėj šlaito daly. Vyrauja beržai, eglių ir pušų maža. Terasos asociacijos:

Nr. 683 —
Nr. 684, 686.
Nr. 685 — susiduria su mišku.
Durpyno iškilimuose auga kerpės ir pavieniai *Betula*, *Pinus*, *Picea*. Miško asociacijas jungia Sphagnetum piceosum.
Visose laisvose vietose—Nr. 687; tarp kimsų—Nr. 688.

2. Plokštakalnė, 264 pusl.

a. Paviršius.

α. Šlapios dirvos.
Kalvotoj plokštakalnėj pažymėtos asociacijos:
Nr. 689.
Įdubimuose — Caricetum rotundatae.

β. Sausos dirvos.
Nr. 690.

b. Slėnio šlaitas.
Slėnio šlaitas apaugęs mišku — Nr. 691.

c. Ačerjok'o apylinkės aprašytos remiantis Kihlman'o (1890) duomenimis.

VII Jokanga, 266—267 pusl.

Į vakarus, už 10 kilometrų nuo Ačerjok'o žiočių, randasi didelės upės — Jokangos žiotys.
Apylinkė aprašyta Kihlman'o (1890).
Slėnio šlaitai apaugę tankiais kerpėtais pušynais. Beržų maža.
Daugely vietų riokso kristalinės uolos.
Aliuvijaus terasose — Nr. 692.

VIII Į vakarus nuo Jokangos žiočių, 267—282 pusl.

1. Aukštuma prie Ponojaus, 267 pusl.
Abiejuose Ponojaus krantuose aukštuma pridengta kerpėta tundra, atsiradusia išimtinai išdegusių miškų vietoje. Už 4—5 kilometrų nuo kairiojo kranto aiškiai galima matyti, kad tundra dengia tiktai sausas, smėlėtas ir uolotas dirvas. Visa aukštuma yra labai kalvota plokštakalnė, kurioje guli gilūs ir vingiuoti Ponojaus ir jo skaitlingų intakų slėniai.

a. Viršūnė.
150 metrų aukštumoj (nuo upės) dirva rupaus smėlio su rieduliais — Nr. 693.

b. Depresija.
140 metrų — Nr. 694.
Pačios žemosios vietos — Nr. 695.

c. Kita viršūnė.

80 metrų aukščiau upės — Nr. 696, 697; 100 metrų aukščiau upės — su ruplėtais beržais 3—4 metrų aukštumo — Nr. 698.

2. Upelio slėnys, 271 pusl.

a. Durpynai slėnio dugne.

Slėny, upelio krantais tęsiasi durpynai su šiomis asociacijomis:
Nr. 699.
Nr. 700 — prie pat upelio.

b. Miškelis slėny sausoj dirvoj.
Nr. 701.

c. Betuletum nanae.
tarp upelio ir slėnio šlaito — Nr. 702.

3. Asociacijų kompleksas kairiajame upelio krante, 273 pusl.

a. Sausos dirvos.

Kairiajame upelio krante miškai užima palyginamai daug didesnius plotus, nei dešiniajame.
Slėnio šlaite — Nr. 703:
aukščiau — Nr. 704;
aukščiau — Nr. 705;
dar aukščiau — 160 m. — Nr. 706;

b. Šlapios dirvos.
Intako krante — Nr. 707.

4. Ponojaus krantas, 277 pusl.

Ponojaus slėnio šlaitai statūs, daugely vietų kyšo gneisinės uolos. Prie upelio žiočių šlaitas apaugęs Nr. 708.

5. Dešinysis Ponojaus krantas, 278 pusl.

a. Plokštakalnė.
Aukštuma dešiniajame krante truputį žemesnė; į upę nusileidžia ne stačiu šlaitu, bet laiptais. Paviršiuj—Nr. 709.

b. Slėnio šlaitas.
Laiptas 43 metrų aukšt. — Nr. 710.;
durpynas - Nr. 710a;
Laiptas 30 m. aukšt. Nr. 711.
Miško tankumas 5—6.
Miško tankumas 2—3 — Nr. 712.
Maži durpynėliai — Nr. 713.
Terasos šlaitas į upę — Nr. 714.
Aliuvijaus terasa apačioj apaugusi asociacija Betuletum herbosum.

6. Ponojaus krantas. 281 pusl.

Ponojaus pakrantė smėlėta.
Žemiau uoloto šlaito — Nr. 708 ir Nr. 716 vandeny, ant akmenuoto upės dugno auga *Petasitis laevigatus, Caltha palustris.*

7. Upe aukštyn, 292 pusl.

Aukščiau ištirtos vietos Panojus teka siauru slėniu su stačiais šlaitais, apaugusiais spygliuočių mišku su Pinęta cladoniosa ir empetrosa
Daugely vietų gneisas visai nuogas, be dirvos. Vis dažniau pasitaiko aliuvijaus terasos apaugusios pušų, arba beržų miškais, drėgnesnėse vietose auga eglė. Už 100 kilometrų nuo Ačerjok'o žiočių, aukštyn, iš kairės į Ponojų įteka didelė upė — Lebiažja.
Vandeny auga, *Petasites laevigatus.*
Vieta ištirta tik 10 — 12 kilometrų aukščiau Lebiažjos žiočių. Keliatas aliuvijaus salų su turtinga augalija.

IX Tarp Lebiažjos ir Losengos, 282—292

1. Ponojaus krantas, 282 pusl.

Ponojaus krantas žemas iš aliuvijaus smėlio. Slėnio šlaitas pakyla tik 25 — 100 metrų nuo upės.
Asociacijų serijos ant aliuvijaus:

a. I Serija šlaito pradžioje Nr. — 717.
Įdubimas — Nr. 717 a;
Tarp upės ir Nr. 717 a — Nr. 718.
Aliuvijaus šlaitas į upę 2 — 3 m.,
Apačioj smėlėta pakrantė — Nr. 719.
Vandeny —

b. II Serija.
Aliuvijus — Nr. 720;
depresija tarp miško ir aliuvijaus — Nr. 720 a; pakrantė tarp miško ir upės — Nr. 721, 722.

c. III Serija.
Aliuvijus 100 metrų platumo.
Prie slėnio šlaito pradžios — Nr. 723.
Arčiau prie upės — Nr. 724;
Visai prie upės — Nr. 725.
Tarp NN 724 ir 725 — Nr. 726.

2. Aukštuma, 286 pusl.

Kalvotoj plokštakalnėj auga pušynai; lygias vietas užima balos.
10 metrų viršum upės — Nr. 727, gaisro žymės.
20 metrų viršum upės — Nr. 728.

3. Upelio slėnys, 288 pusl.
Akmenuotos pievos slėnio dugne — Nr. 729a
Slėnio šlaitai — Nr. 729.
Aukščiau, ne taip nuožulnioj vietoj — Nr. 730.
30 metrų viršum Ponojaus — Nr. 731.
20 m. viršum Ponojaus arti upelio žiočių — Nr. 732.
4. Durpynai plokštakalnėje, 281 pusl. Nr. 733—734.

X Losenga — Vuljavr'as. 292.
Į vakarus nuo ištirtos vietos randasi žiotys didelio Ponojaus kairiojo intako Losengos, tipingos kalnų upės su negilia akmenuota vaga ir sraunia srove. Aukščiau Losengos Ponojaus krantai žemesni, nebe iš uolų, bet iš morenų, slėnys daug platesnis, srovė lėtesnė. Aukščiau Losengos žiočių miško kirtimo žymių jau nebepastebima. Uolotos aukštumos apaugusios pušynais su kerpine danga. Dažnai pastebimos miško gaisrų žymės. Žemos aliuvijaus juostos apaugusios lapotais, arba eglių miškais. Lygumos tarp paupio miškų ir kalnų apdengtos durpynais. Čia, prie Vuljavr'o ežero, pereina rubežius provincijos Lapponia Varsugae. (Žiūr. Regel 1923 pusl. 147).

XI Šur-Urt'as. 292.
Kalnų ketera Šur — Urt'as randasi į žiemius nuo Ponojaus netoli žiočių didelės Jokangos upės, tekančios į Žiemių Ledynuotąjį vandenyną. Kalnai aprašyti remiantis Kihlman'o duomenimis, sulig kuriais visus į žiemius nuo Ponojaus, arti poliarinės miškų ribos miškuose vyrauja beržai, o pušys, einant į rytus, tolydžiai nyksta eglių pakeičiamos.
Miškai ir čia auga labiausia aukštumose, o lygumose, pavyzdžiuj tarp lapių bažnytkiemių Jokansk'o ir Kuroptjevsk'o tęsiasi durpynai.

LAPPONIA IMANDRAE.

A. Apžvalga.

293 pusl.

Lapponia Imandrae apima visą kalvotai - kalnuotą kraštą į vakarus nuo Lapponia Varsugae ligi Suomijos sienos, su ežerais — Imandra, Umpjavr'u Lujavr'u [1]) ir kalnų keteromis — Umptek'u, Lujavr - Urt'u, Monče ir Čyn - tundra Žiemių kryptimi ji pamažu pereina į Lapponia tulomensis, kurios pietinė riba eina Baltosios jūros ir Žiemių Ledinuotojo Vandenyno upės kirčiu.

B. Kandalaks'as.

294 — 297 pusl.

Apžvalgą Lapponia Imandrae pradėsim nuo žiočių Nyvos, tekančios Kandalakščių įlankon ir iš senų laikų buvusios išeina-

[1]) Javr lapių kalboje vadinasi — ežeras.

muoju punk'tu Kolos pusiasaliui tirti. Dabar čia yra pastatyta Murmano gelžkelio stotis. Apylinkės floros atžvilgiu gerai ištirtos (Žiūr. pastabą pusl. 294). Vakarinis, dešinysis upės krantas, kur guli bažnytkiemis, daug žemesnis už kairįjį krantą. Čia randasi tik keliatas moreninių iškilimų, apaugusių spygliuotais miškais. Smėlynuose vyrauja pušynai, aprašyti Brotherus'o (1886)

Į vakarus nuo bažnytkiemio — Nr. 735. Žemesnėj vietoj pažymėti augalai, surinkti Brotherus'o miško aikštėse ir Pohle su Nieman'u — ant Nyvos kranto.

Į rytus nuo bažnytkiemio paviršius kalnuoto pobūdžio. Prie jūros krantas uolotas su silpnai išreikšta pakrante—Nr. 736. Uolų plyšiuose — *Rhodiola rosea* Druskožemio pievos prie mažos įlankos molio dirvoj — Nr. 737. Charakteringos skaitlingos mažos uolotos salelės įlankoje, dalinai mišku apaugusios, dalinai visai be miško. Salelėj į vakarus nuo bažnytkiemio — Nr. 738.

Pažymėti augalai, surinkti įvairių keliauninkų kitose uolotose salose. Įdomi augalija dengia kalnus, pakilusius aukščiau miško ribos. Kalnai Krestovaja ir Želieznaja yra labiausia žinomi ir aplankyti daugelio botanikų. Augalai kalno Krestovaja pažymėti sulig Pohle ir Nieman'u, augalija kalno Gremjachi sulig Pohle. Šio kalno miško juostoj pasitaiko retas Mulgidium alpinum. Iš Kandalakšių į Imandros Žiotis (30 klm.). Kelias ėjo 1911 metais kalvomis, apaugusiomis spygliuotais miškais. Baloje — Nr. 739.

Pusiaukely prie sustojimo punkto — šiukšlyno augmenija — piktažolės — Nr. 740.

C. Umba.

(Žiūr. žeml. II.)

I Apžvalga. 297 — 312 pusl.

Kaimas Umba guli prie žiočių tuo pačiu vardu upės, tekančios įlankon 2 kilometrų ilgumo. Vieta panaši į Kandalakš'o apylinkes, tik aukštumos čia gerokai žemesnės. Čia jau nebėra kalnų viršūnių su subalpine augalija. Kalnai sudaryti iš gneiso, apaugę spygliuotais miškais ir stačiai nusileidžia į upę, arba į balotas lygumas. Siaurą žemės juostą tarp upės ir kalnų dengia eglynas.

II Kairysis Umbos krantas prie kaimo.

1. Upės slėnys, 298 pusl.

Aliuvijų nėra. Srauniai tekančioj upėj petasytes laevigatus kūlynai.

Pažymėti augalai tarp akmenų ant upės kranto prie kaimo. Aukščiau prasideda pievų juosta: Nr. 741, 742,

743. Pievų kompleksas aukščiau prieina ligi pabirių nuotrupų, juosiančių stačius slėnio šlaitus. Nr. 744. Ne taip stačios ir velėna pridengtos nuotrupos Nr. 745. Vietoj iškirsto eglyno — Nr. 746.

2 Kalnai, 300 pusl.

a. Šlaitas.

Aukščiau minėtų asociacijų prasideda slėnio šlaitas, kurio stačiuose ir uolotuose atšlaičiuose auga tik pavienės pušys ir eglės; lėkštesnėse vietose, kur gali susidaryti velėna, kerpės arba durpynai.

Plyšiuose ir pakopų humuse — Nr. 747, 748; gilesniam plyšy — Nr. 749.

b. Viršūnė,

Plokščia viršūnė apaugusi spigliuotu mišku. Pažymėtos šios asociacijos:

80 metrų viršum upės — Nr. 750; nedideliame įdubime — Nr. 751; labiausia įdubusioj vietoj, kur telkšo vanduo — Nr. 752; 100 m. viršum upės — aukščiausias taškas — Nr. 753.

3. Žemumos tarp kalnų. 302 pusl.

a. vyrauja eglynai — Nr. 754;

b. pievos miško kirtimuose.

c. Ežeras vidury durpyno 20 metrų aukštumoj. Prie ežero — Nr. 755; kiek toliau nuo ežero kranto — Nr. 756.; 757 tarp kimsų — Nr. 758 Iš ežero išteka upelis, kurio pakrantėmis — Nr. 759.

III Dešinysis Umbos krantas.

Visai tokie pat kompleksai dengia ir dešinįjį upės krantą; čia taip pat eina pasaitomis uoloti kalnai su balotomis tarp jų žemumomis. Žemumos durpynas — Nr. 760. Uolotas kalnas — Nr. 761.

IV Pirjų lūpa.

1. Pajūrio uolos, 304 pusl.

Pirjų lūpa dviejų kilometrų ilgumo, traukiasi į E nuo kaimo, apsupta uolotais būkiaviršūniais kalnais, apaugusiais spygliuotu mišku. Krantai uoloti, nuolaidūs arba statūs; arčiau lūpos žiočių pasitaiko smėlėtų pakrančių ir molio plotų. Peržiūrėti augalai vakariniame krante prie jūros ant žemų nuolaidžių uolų, apaugusių samanomis ir kerpėmis. Ploname humuso sluoksny — Nr. 762. Arčiau pamiškės — Nr. 763. Lolų įdubimose su drėgno humuso sluoksniu 10 cm. storumo — Nr. 764.

2. Pakrantės asociacijos, 306 pusl.

Arčiau jūros lūpa išsiplečia. Prie upės žiočių ant molio—Nr. 765; ant molio maišyto su smėliu – Nr. 766; aukštesnėse, neužliejamose vietose — *Empetrum nigrum*. Serija asociacijų nuo jūros į mišką:

a. Smėlys su smulkiais akmenėliais, vanduo užlieja — Nr. 767;
b. ant jūros išmestų dumblių (*Fucus*)
c ant smėlio — Nr. 768;
d. Nr. 769;
e. Empetretum nigri, jūros vanduo nebeužlieja.
f. Spygliuotas miškas.

Serija asociacijų prie upelio žiočių:

a. molis, jūros vandens užliejamas — Nr. 770;
b. molis su velėna — Nr. 771;
c. molis, jūros vandens neužliejamas — Nr. 772.
d. Smėlys ant kauburio — Nr. 773.

Visai tokia pat asociacijų pakaita ir kairiajame upelio krante, tik čia tarp asociacijų e ir d. įsiterpia dar — Nr. 773. Drėgnoj dirvoj — Nr. 774. Pakrante tęsiasi eglynas. — Nr. 775.

V. Umbos upe aukštyn, 308—312 pusl.

Aukščiau kaimo vietos charakteris žymiai pasikeičia: kristalinė padermė apsidengia morenomis, slėnys išsiplečia, ir upė perteka per eilę ežerų su žemais balotais krantais.

1. Upės slėnio dugnas, 308 pusl.

Už keliato kilometrų nuo kaimo, ant lėtai tekančios upės kranto pažymėtos šios asociacijos, einant nuo upės į mišką:—Nr. 776; Nr. 777; ir Nr. 778—su labai dideliais kimsais iš Carex caespitosa.
Sausose slėnio dirvose labai įsigalėję eglynai. Kitą pavyzdį duoda Nr. 780.

2. Aukštumos, 310 pusl.

Aukštumos dengia morena iš smėlio su akmenimis. Vyrauja spygliuoti miškai — Nr. 781.

3. Toliau upe aukštyn, 310 pusl.

Aukščiau krioklio, kuris randasi už 4 kilometrų nuo kaimo, aukštuma pakyla tik 20 — 30 metrų ant upės lygio.
Vandeny—Caricetum aquatilis, Equisetetum limosi; ant kranto — Salicetum phylicifoliae. Akmenuotos pievos—Nr. 782. Žemas aliuvijaus vietas dengia spygliuoti miškai — Nr. 783.; Kai kur ir durpynai — Nr. 784.

4. Ligi Umb'o ežero, 311 pusl.
Toliau į Umbos ežerą botanikos atžvilgiu vieta dar visai neištirta. Prieš ištekėsiant iš Umbo ežero balos, upė perteka per Kupo ir ištisą eilę kitų ežerų. Planktonas surinktas Kihlman'o, apibūdintas Levander'o. Pabaigoj paduota keliatas augalų, surinktų Dr. Pohle's, Selin'o ir kitų Umbo apylinkėse.

D. Pajūrys tarp Umbos Turo rago.

Tarp Umbos ir Turo rago, kur pereina siena tarp Lapponia Imandrae ir Lapponia Varsugae, jūros krantas status su smėlėta ir akmenuota pakrante, pridengtas šių asociacijų: Elymetum arenaria, aukščiau — Empetreum nigri dar aukščiau — Picetum myrtilli kaip Nr. 775.

Paprastai, kaip jau matėme pajūry, tarp Empetretum nigri ir miško įsiterpia dar Juniperetum communis Tankūs eglynai dengia ir slėnio šlaitus ir kalnų tarpeklius ir tiktai plikose vietose kyšo uolos. Pušys tik įsimaišiusios tarp eglių.

Prie Turo rago status uolotas jūros krantas neturi augalinės dangos. Toliau, ant smėlio auga pušų miškas. Už 8 kilometrų į rytus tęsiasi ilgas akmenuotas iškyšulys—Nosok, dar toliau į rytus jau prasideda Lapponia Varsugae. (Žiūr. Regel 1923) Paminėta keliatas Turo rago augalų, retų visame Kolos pusiasaly.

E. Imandros ežeras ir aplinkiniai kalnai.

313—335 pusl.

I Bendra apžvalga, 313 — 315 pusl.

Imandros ežeras užima didelę lomą tarp Kolos ir Kandalakšių įlankų ir sudaro lyg sieną tarp paties Kolos pusiasalio ir visos kitos dalies Fenoskandijos. Ežero ilgumas iš žiemių į pietus — 90 kilometrų, platumas — 20 klm., plotas — apie 1755 kv. klm².

Fiziko-geografinis ežero aprašymas paremtas pastabose (pusl.) pažymėtais darbais rusų ir ypač suomių mokslininkų. Puikus ežero žemėlapis yra sudarytas Petrelius'o (1892). Labai įdomūs amžinu sniegu apkloti kalnai, kurie traukiasi aplinkui Imandros ežerą ir suteikia jam lyg ir kalnų ežero charakterį. Rytiniame ežero krante iškyla 30 kilometrų ilgumo masyvas Umptek'as (rusų vadinamas Chibiny gory). Vakariniame krante — Monče - ir Namdes -tundra, o į pietus nuo jų — Cyn - tundra. Žemi ežero krantai tolydžiai kyla kalnų pusėn

Gryni pušų miškai auga sausose iškiliose vietose, pavyzdžiui prie Baltosios lūpos ir kitur.

Eglių miškai labiausia žemesnėse ir drėgnesnėse vietose, pavyzdžiui pietiniame ežero krante prie Zašejko. Žemų vietų su balomis ar durpynais čia retai kur tepasitaiko.

II Zašejek ir Drėgnoji tundra, 315—316 pusl.

Zašeikas (buvusioji Zašeiko pašto stotis), randasi žemame pietiniame ežero krante vidury eglyno; netoli nuo jo paplitusi Drėgnoji tundra ant 381 m. abs. aukšt. Kalno viršunė be miško; šiauriniame kalno šlaite nuo šaltų šiaurės vėjų miško riba nusileidžia daug žemiau, nei pietiniame Minėti vokiečių tekste augalai surinkti Dr. Pohle's Dregnojoj tundroj ir Zašeiko apylinkėse.

III Baltoji lūpa, 316 — 319 pusl.

1. Pakrantė. 316 pusl.

Rytiniame Imandros ežero krante, arti žiočių upės Lutnjavima ok, tekančios į Baltąją lūpą, yra pašto stotis Imandra. Netoli nuo čia iškyla masyvas Umptek'as. Smėlėta ežero pakrantė: palaido smėlio zona — Nr. 785; velėna sutvirtinto smėlio zona — Nr. 786.
Idomu buvimas arkto — alpinių augalų ant ežero kranto. Minėti vokiečių tekste augalai surinkti Dr. Pohle's.

2. Balos, 317 pusl.

Pakrantės asociacija Empetretum nigri pereina į pušyną. Dažnai pasitaiko nedidelės balos, pavyzdžiui Nr. 787, 783; Prie žiočių Lutnjarmajok'o — Nr. 789. Išskaičiuojami R. Nieman'o ir Dr. Pohle's surinkti augalai.

3. Miškai, 318 pusl.

Vyrauja pušų miškai — Nr. 790.
Aukščiau, arčiau prie masyvo pado labiau išsiplėtę eglių miškai. Pažymėti kai kurie įdomūs augalai, surinkti įvairių mokslininkų Imandros ežero salose.

III Umptek'as, 319 — 328 pusl.

1. Bendra apžvalga, 319 pusl. (Žiūr. žemlapis Nr. III).

Kalnų masyvas Umptek'as, aplankytas daugelio keliauninkų (žiūr. literatūrą), guli tarp Imandros ir Umbos ežerų ir užima apie 1115 kv. kilometrų. Umptek'as sudarytas iš poarchajinių išverstų padermių ir nefelinsijenito ir turi plokštakalnės formą veik su gorizontaliu paviršium, išvagotu radialiais upių slėniais su stačiais uolotais šlaitais. Kiti gi Kolos pusiasalio kalnų masyvai sudaryti iš archajinių padermių turi nuolaidesnius šlaitus ir aplamai švelnesnius kontūrus. Nefelinsijenitas oro ir vandens įtakoj lengvai irsta ir sudaro daug nuobirų masyvo šlaituose; nuobiras, smėlį ir žvyrą iš nefelinsijenito vanduo išplauna, nuneša upėmis ligi ežero ir čia palieka pavidale gausių dėltinių nuosėdų.

2. Kunos upės slėnys. 321 pusl.
Žemutinė ir vidurinė tekmės dalys randasi miškų sryties ribose. Ištekėjusi iš ežero Paije - Kunjarv. 1190 metrų abs. aukštumoj, Kuna teka ligi Imandros ežero eglių ir pušų miškais, pertekėdama pakeliui keliatą sekliu ežerų ir durpynų — Nr. 791. Visur pilna uolų nuobirų. Skaitlingi upės intakai apjuosti nuobirų volais — Nr. 792.
Kalnakely nuo Kunos slėnio į slėnį Tachtarvum 750 metrų aukštumoj tarp amžino sniego uolotoj dirvoj — Nr. 793.

3. Vuljaor'o ežero slėnių sistema, 322 pusl.
Vuljaor'o ežero slėnių sistema aprašyta sekant Ramsay'u. Duomenų, liečiančių augalinę dangą, maža. Beržų miškas auga dar 220 metrų aukštumoj, skaitant nuo Imandros ežero lygio (apie 350 absol. aukšt.).

4. Upė Lutnjarmojok'as ir slėnys. Tachtar-Vum, 323 pusl.
Iš W. į E. Umpteko link tęsiasi slėnys Lutnjarmajok'o upės, tekančios Imandros ežeran, ir savo aukštutinėj daly vadinamos Tachtarvum. Upė išteka iš nedidelio ežero 530 metrų aukštumoj, kur dar ir liepos mėnesį plaukioja lytys.
Savo žemutinėj daly tai grynai kalnų upė. Krantais auga eglių miškai, kurie einant į kalnus vis retėja, įsimaišo beržų, kurie prie miško ribos auga mišriai su eglėmis santyky maž daug per pusę. Beržai ruplėti. Žolinė danga — Nr. 794.
Nedidelės balos — Nr. 796.
Aukščiau miško ribos velėna yra tik vietomis, visur uolų nuobiros — Nr. 795.
Dar aukščiau — Nr. 797;
Drėgnose vietose — Nr. 798;
Kalnų upelių pakrantėse ant nuobirų — Nr. 799.

5. Vakarinis Umptek'o šlaitas, 325 pusl.
pažymėti augalai surinkti Dr. Pohle's prie Iidičjoko upės. Aukščiau pušų miško — Nr. 780, prasideda eglių miškai, kurie aukščiau pakyla kalnų masyvo šlaitais — Nr 800 prie upelio—N 800 a; aukščiau daug isimaišiusių kerpių — Nr. 801; pasikeitusi žolinė danga — Nr. 802. pažymėti Dr. Pohle's čia surinkti augalai.
Sulig Petrelius'u ir Ramsay'u miško riba čia siekia 250 m. nuo ežero (350 m. abs. aukšt.) ir sudaryta iš ruplėtų beržų ir šliaužiančių eglių. Uolos plyšy — N 803.

6. Plokštakalnė, 327 pusl.
Plokštakalnėj augalinė danga velėnos nesudaro; visur nefelinsijenito nuobiros — Nr., 804, 805.

Įdubusiose vietose balos — Nr. 806; sfagnumai reti.
Gilioj depresijoj nedidelis ežerčlis su snieguotais krantais.
Arti tirpstančio sniego — Nr. 807; dar aukščiau, kur plonas humuso sluoksnis — Nr. 808.
Iš kitų Umpteko vakarinio šlaito slėnių Dr. Pohle's ištirtas dar Jim-jegor'o slėnys.
Pažymėti augalai iš įvairių Talabalcha — tundros vietų sekant Niemann'u.
Pridėtas sąrašas augalų, surinktų Dr. Pohle's ir kitų įvairiuose Umpteko vietose, alpinėj ir subalpinėj zonoj.

IV. Vakarinio Imandros ežero kranto kalnų masyvai.

1. Bendra apžvalga, 329 pusl.
Vakariniame Imandros krante randasi keliatas kalnų masyvų, siekiančių 1000 metrų abs. aukštumo ir sudarytų iš kristolinių archajinių padermių.

2. Čyn-tundra, 329 pusl.
Žinias apie Čyn-tundros augalinę dangą mes turime iš Brotherus'o ir Borg'o. (Žiūr literatūrą)
1911 metais čia buvo atkeliavęs Dr. Pohle (1912) Absoliutinis akštumas 800 metrų pietinėj daly ir 1000 metrų šiaurinėj.
Miško riba eina šulig Borg'u 450—475 m. abs. aukšt., apsaugotose vietose — 500 m.
Ligi 385—395 m. auga spygliuoti miškai, o dar aukščiau traukiasi beržų juosta. Smulkmenas žiūr. literatūroj.
Pažymėti augalai, surinkti Dr. Pohle's alpinėj ir subalpinėj Čyn-tundros juostoj. Puslapy... pažymėta šulig Borg'u augalų bendrijos tos Čyn-tundros juostos, kur nėra miško.

3. Monče-tundra, 330 pusl.
Monče-tundra, gulinti į žiemius nuo-Cyntundros mažai teištirta ir ligi 1915 metų buvo tikra terra incognita. Jos aukštumas šulig Petrelius'u 900 metrų. Dr. Pohle aplankė šį masyvą 1911 metais; jo surinkti augalai pažymėti pusl.

4. Į vakarus nuo Monče-tundros ir kalnų masyvas Tuadasch'as. 331 pusl.
Kraštas į vakarus nuo Monče-tundros labai mažai teištirtas. 1889 metais per šį kraštą pervažiavo prancūzų geografas Rabot, 1889 o 1899 ir 1901 metais—rusų geologas Popov'as (žiūr. Literaturą). Toliau į vakarus, Potozero krante iškyla kalnų masyvas Tuadasš, suomių mokslininkų priskiriamas jau prie provincijos Lapponia tulomensis ir labiau ištirtas, nei kiti masyvai. Jo aukštumas siekia 1032 m. abs. aukšt. Slėnyse auga eglių miškai. Gulintis 235 m.

abs. aukšt., ežeras Muotkajavri apjuostas pušų mišku. Masyvo viršūnė, kaip matyti iš Lindeno (1894) sudaryto sąrašo, įsitraukia alpinėn zonon. Pridėtas vokiečių tekste augalų sąrašas.

V. **Tarp Imandros ežero ir Suomių sienas.** 332 pusl.

Kraštas ištirtas suomių botanikų, Borg'o ir Akselson'o, (1904), kurių duomenims pasiremiant ir aprašytas. Skaitlingi uoloti kalnai, siekią ligi 600 — 625 m. abs. aukšt., apaugę pušų eglių miškais. Ant aliuvijų: beržynai ir pievos. Miško riba kalnuose ne vienodoj aukštumoj: tai pareina nuo vietos sąlygų ir ekspozicijos. Aukščiau spygliuoto miško visur tęsiasi dar beržų miško juosta. Žemumos apaugusios eglių miškais, čia randasi dargi prie Akkalos vienas iš centrų eglės išsiplėtimo Laplandijoj. Išsiplėtę taip pat ir durpynai.

F. Lujavr-Urt'as ir ežerai Umpjavr'as ir Lujav'ras.

I **Umpjavr'o ežeras** (rusų vadinamas Umbozero) tęsiasi į rytus nuo Umptek'o, tarp šio kalnų masyvo ir Lujavr-Urt'o. Jo ilgumas apie 35 kilometrus, gilumas sulig lapių žodžiais siekia 200 metrų. Ežeras randasi lyg giliame plyšy tarp dviejų kalnų masyvų. Botanikos atžvilgiu neištirtas. Iš ežero išteka upė Umba. (žiūr. 335 pusl.).

II **Lujavr — Urt'as.**

1. Apžvalga, 336 pusl.

Kalnų masyvas Lujavr-Urt'as (Lovozerskija gory) randasi tarp Umpjavr'o — Umbozero ir gulinčios į rytus nuo jo Lujavr'o — Lovozero. Jis sudarytas iš nefelinsijenito, užima 485 kv. klm. plotą ir siekia apie 1200 metrų aukštumo. Masyvas, kaip ir Umptek'as išvagotas daugybe upių slėnių.

Įdubimas rytiniame masyvo krašte užlietas vandenui ir sudaro Seitjavr'o ežerą, kurį iš visų pusių supa panašūs į pusę mėnulio kalnai. Ant ežero kranto auga eglių miškas. Masyvas aprašytas Kihlman'o (1890).

2. Slėniai Čivruoj ir Suluaj, 337 pusl.

Upelis Čivruaj, vienas iš didžiųjų Seitjavr'o intakų, teka giliu slėniu, apaugusiu eglių miškais, kuriuos didesnėj aukštumoj pakeičia reti beržynai. Sulnaj taip pat Seitjavr'o intakas, tekąs giliu slėniu su eglėmis 338 m. abs. aukštumoj dar auga beržai su šermukšniais.

Pažymėta keliatas augalų, surinktų Kihlman'o arti amžinojo sniego srities.

3. Plokštakalnė, 337 pusl.

Į žiemius nuo Seitjavr'o randasi didelis Lovozero intako, Vavnjok'o upės slėnys. Plokštakalnė Vavn-bed paki-

lusi ligi 540 metrų, augalija aprašyta Kihlman'o. 100 metrų aukščiau — plokštakalnė Ninč-urt.

Duomenys apie miško sudėtį paduoti Kihlman'o taip pat ir dėl plokštakalnių Parga ir Opuaiv.

Aukščiausias masyvo taškas siekia 1120 m. Sulig Kihlmano tyrinėjimais Lujavr-urt'o miškai tebėra veik neliesti, gaisrų pėdsakai reti, lapių kaimai toli. Beržų juosta silpnai išreikšta. Miško ribą čia sudaro beržai kartu su eglėmis. Žiemių šlaituose ji siekia 80 — 100 metrų aukštumo nuo masyvo pado, rytų šlaituose ir Seitjavr'o tarpukalnėj — 200 metrų, o apsaugotose vietose, pavyzdžiui Vavnjok'o slėny pakyla aukščiau dar 50 — 100 metrų.

Šliaužiančios eglės vietomis auga žymiai aukščiau miško ribos. Pušys auga tiktai visai pavieniai. Žolinė danga sulyg Kihlman'u sudaryta iš mažų krūmelių ir *Cornus suecica*.

III. Lujavr'as.

1. Apžvalga, 340 pusl.

Lujavr'o ežeras — Lovozero randasi į rytus nuo Lujavr-urt'o 143 m. abs. aukšt. Jo šiaurinė dalis labai sekli, užaugusi *Batrachium'o* kūlynais, rytiniai krantai žemi, apaugę balotu mišku; vakariniame krante randasi Lujavr'urt'as. Ežeras neištirtas, tiktai yra čia surinkta keletas augalų, pažymėtų pusl. Iš ežero išteka upė Voronja.

2. Lapių kaimas Lovozersk'as, 341

Lapių kaimas Lovozersk'as guli netoli nuo šiaurinio ežero galo, tarp Lujavr-tur'o ir ištakų didelės upės Voronja, tekančios į Žiemių ledinuotąjį vandenyną. Šis kaimas yra tarp provincijų Lapponia Imandrae ir Laponia murmanica. Kraštas ištirtas Kihlman'o (1890). Miškuose vyrauja eglė, pušys sudaro tik nedidelius miškelius slėnyse. Virš 100 metų amžiaus pušis siekia tik 13,8 m. aukštumo ir 50 — 60 cm. diametre. Miškų tankumas nežymus. Eglė maždaug vienodo ūgio su pušimi; vidutinis eglių miško aukštumas — 7 — 8 metrai. Pasisėti eglei kiek geriau vyksta nei pušiai. Iš rytų į Lujavrą įteka nedidelė bet plati Marjok'o upė, kurios žemi krantai apaugę eglių mišku gluosniais ir beržynais *Lonicera coerulea*. Ant smėlio volų auga pušys. Upės ištakai randasi toj pačioj baloj, kur prasideda upė Keinjok'as. — Ponojaus intakas. Nuo čia jau prasideda provincija Lapponia Varsugae.

Asociacijų ir Asociacijų kompleksų apžvalga.

1) Spigluočių medžių asociacijos.[1]) . . . . . .
2) Lapuotų medžių asociacijos 342
3) Asociacijos lapuotų ir spigluočių medžių 343
4) Asociacijos spigluočių krumų 343
5) Asociacijos lapuotų krumų 344
6) Asociacijos karliškų krumų 344
7) Asociacijos špalerų krumų 344
8) Asociacijos žolių formos 345
9) Asociacijos javų formos 346
10) Asociacijos samanų formos 346
11) Asociacijos kerpių formos 347

Asociacijos susidaro asociacijos kompleksus. Pažymėti yra šie kompleksai:

Miškų asociacijų kompleksai
Krumų asociacijų kompleksai nėra asociacijų komplensai
Pievų asociacijų kompleksai
Durpinių asociacijų kompleksai
Tyrų asociacijų kompleksai
Augalų draugijų ir kulturinių augalų nėra.
Piktžolių yra labai nedaug

---

[1]) Nr. Nr. vokiečių tekste atatinka augalų sarašams Nr. Nr. vokiečių tekste

Die Pflanzendecke der Halbinsel Kola II Teil.

Vorwort.

Der zweite Teil meiner Arbeit ist nach den gleichen Gesichtspunkten verfasst wie der erste (Regel 1923); es kam mir vor allem darauf an, möglichst viel Aufnahmen der Pflanzendecke zu machen; die Schlussfolgerungen sollen später, nach Schluss der ganzen Arbeit, veröffentlicht werden.

Die Assoziationsaufnahmen sind topographisch gruppiert wie in ersten Teile, die Art der Aufnahme ist die gleiche; überhaupt bezieht sich alles auf Seite III bis XVI gesagte auf diesen zweiten Teil meiner Schilderung der Pflanzendecke der Halbinsel Kola.

Auch die systematische Abgrenzung der Arten ist die alte geblieben (siehe übrigens Regel 1923) Einige neuere Arbeiten, systematischen Inhalts, mussten unberücksichtigt bleiben, da meine Sammlungen, wie erwähnt, in Russland geblieben sind.

In vorliegendem Teile schildere ich die Pflanzendecke der Provinz Lapponia Ponojensis, des östlichsten Teiles der Halbinsel Kola, und dessen gebirgigen südwestlichen Teil Lapponia Imandrae. Die Schilderung erfolgt auf Grund der von mir in den Jahren 1911—1912 und 1913 persönlich gemachten Aufnahmen. Ich habe die Resultate der russischen Kolaexpedition vom Jahre 1921 nicht berücksichtigen können, ebensowenig auch die Veränderungen, die seit dem Bau der Murmanbahn, welche die Provinz Lapponia Imandrae durchschneidet, eingetreten sind.

Ich habe hie und da, insbesondere bei der Schilderung von Lapponia Imandrae die Angaben früherer Forschungsreisender, verwertet, auch die Sammlungen in den Botanischen Gärten zu St. Petersburg (jetzt Leningrad) und Helsingfors durchgesehen. Die benutzte Literatur habe ich am Schlusse angegeben. Meine Schilderung wird also ein ziemlich genaues Bild der Pflanzendecke geben, auf Grund der Kenntnisse, welche wir bis zum Jahre 1915, als die Murmaneisenbahn gebaut wurde, besassen. Die inneren Teile von Lapponia ponojensis sind, meines Wissens, nach mir nicht mehr bereist worden, wenigstens nicht zwecks pflanzensoziologischer Studien.

Die beigefügten Karten und schematischen Skizzen dienen zur Erläuterung des Textes. Die Nummern entsprechen den Nummern im Texte der Arbeit.

Erläuterung der Abkürzungen:

Herb Petrop. — Herbarium des Botanischen Gartens in Petersburg (Leningrad); Herb. Hels. — Herbarium des Botanischen Institutes in Helsingfors.

soc. — sociales
cop. — copiosae
sp. — sparsae
sol. — solitariae
gr. — gregariae

Inhaltsverzeichnis.

Lapponia ponojensis.

Seite

A. Die Grenzen 164

B. Das Dorf Ponoi . . . . . 164—201

I. Das rechte Flussufer . . . . . 165—176

a. Das Alluvium oberhalb des Dorfes 165
b. Das Ufer des Ponoi unterhalb des Dorfes . . . 167
c. Die Mündung eines Baches 169
d. Der Talhang 169
Assoziationsserie I 170
Assoziationsserie II 171
Assoziationsserie III 173

II. Schluchten und Täler von Bächen am rechten Ufer des Ponoi 177

1. Die Mündung 177
a. Der Nordabhang . . . . .
b. Der Südabhang . . . . .

2. Bach in der nächsten Nähe von Ponoi 177
a. Die Talsohle 177
b. Der Talhang des Baches 178

III. Das linke Flussufer 180

1. Der Talhang 180
a. Der Strand 180
b. Die Schutthalde 181
α. Assoziationen der Erosionsfurchen und der Basis des Talhanges 181
β. Assoziation der Rücken zwischen den Erosionsfurchen 182
c. Der obere Tail des Talhanges 183

2. Ein Seitental 186
a. Die Talsohle 186
b. Das rechte Ufer des Baches 186
c. Das linke Ufer des Baches 189

3. Literatur 190

IV. Das Plateau 190–199
1. Das rechte Ufer des Flusses 190
a. Die trockenen Böden 190
b. Die feuchten Böden 191
2. Das linke Ufer des Ponoi 193
a. Die Moorkomplexe 193
Komplex I
Komplex II
Komplex III
Komplex IV
b. Die Seen 196
c. Die trockene Tundra 196
d. Die Wasserläufe 198
V. Zwischen dem Dorfe und dem Meer 199–201
1. Allgemeine Uebersicht 199
2. Lachta 199
a. Der Talhang 199
b. Das Plateau 200
c. Das Tal des Baches 200
3. Die Mündung des Ponoi 201
C. Die Meeresküste nördlich von Ponoi 201–203
I. Tri Ostrowa 201
II. Der Leuchtturm von Orlow 202
III. Die grosse Tundra 203
IV. Katschkowka 203
V. Swjatoi Noss und Jokansk 203
D. Die Meeresküste südlich vom Ponoifluss bis Sosnowetz 201–213
I. Kusmin 204–205
II. Dolgaja Guba 205–210
1. Das Meeresufer 205
2. Der Uferabsturz 206
a. Nach Osten gerichtet 206
b. Nach Süd-West gerichtet 208
3. Das Plateau 208
a. Die Torfablagerungen 208
b. Der See 209
c. Die Tundrafläche 209
III. Pjalka 210
1. Das Meeresufer 210
2. Das Plateau 211
3. Das Tal eines Baches 211
IV. Die Wilowataja Guba 212

E. Sosnowetz 213
I. Allgemeine Uebersicht 213
II. Die Ebene im W. und S vom Dorfe . . . 213—220
1. Die Tundra 213
2. Das Ufer des Meeres 214
3. Die Moore 215
a. Assoziationsserie I . . . . . .
b. Assoziationsserie II . . . . . .
4. Eine Quelle 217
5. Moore am Bächlein 218
6. Eine andere Quelle 219
7. Urgestein 220
III. Die Ebene im N. vom Dorfe . . . . . 220—221
1. Uebersicht 220
2. Das Ufer der Sosnowka 221
a. Die Litorale Zone 221
b. Der Strand 221
c. Der Talhang 221
IV. Die Ebene zwischen dem Flusse, dem Dorfe und den Anhöhen . . . . . 221—226
1. Die Ebene beim Dorfe 221
2. Erosionsrinne 221
3. Birkenwald auf der Terrasse 222
4. Wald auf einem Moränenhügel 224
5. Bächlein in felsiger Schlucht 225
6. Zusammenfassung 225
V. Die Anhöhen . . . . . 226—233
1. Der Sokolja-Berg 226
a. Der Gipfel 226
α Die trockenen Böden 226
β Die Depressionen 226
b. Der Abhang 227
2. Anhöhe 2 km. westlich von Sosnowetz 230
3. Anhöhe im Westen vom Dorfe 231
a. Der Gipfel 231
b. Der Abhang 232
F. Der Babja Fluss und der Babja See . . . . . 233—236
I. Das Plateau 233
II. Das Ufer des Meeres 234
III. Der Babja See 235
G. Der Fluss Ponoi vom Dorfe bis zum Wuljawr . . 236—293
I. Das Tal der Rusiniha 236
II. Die Stromschnellen des Ponoi 236

III. Das Tal eines Baches . . . . . 237—241
1. Der Strand des Ponoi 237
2. Die Talhänge 237
a. Talhang oberhalb der Mündung des Baches . 237
b. Talhang unterhalb der Mündung des Baches . 239
3. Das Plateau 240

IV. Die Mündung des Purnatsch . . . . . 241—257
1. Von den Stromschnellen bis zum Purnatsch . . 241
2. Das rechte Ufer des Ponoi 242
a. Das Alluvium 242
b. Der Talhang 243
c. Das Plateau 244
α Die Waldinseln 244
β Die Tundra 247
3. Das linke Ufer des Ponoi 249
a. Das Plateau 249
α Die Tundravereine 249
β Bäche auf dem Plateau 250
γ Waldinseln 251
b Die Abdachung des Plateaus 253
c Der Talhang 256

V. Purnatsch — Aatscherjok . . . . . 257—258

VI. Aatscherjok . . . . . 258—266
1. Die alluviale Terrasse 258
a. Der Strand 258
b. Der Absturz der Alluvialterrasse 258
c. Die Oberfläche der Terrasse 259
2. Das Plateau 264
a. Die Oberfläche 264
α. Feuchte Böden 264
β. Trockene Böden 265
b. Der Talhang 265
c. Die Umgegend des Aatscherjok 266

VI. Jokanga . . . . . 266—267

VIII. Westlich von der Mündung des Jokanga Flusses 267—282
1. Die Anhöhen am Ponoi 267
a. Der Gipfel 268
b. Eine Depression 268
c. Ein anderer Gipfel 269

2. Das Tal eines Baches 271
a. Die Moore in der Talsohle 271
b. Ein Wäldchen in der Talsohle 272
c. Das Betuletum nanae im Tale . . . 273
3. Assoziationskomplex auf dem linken Ufer des Baches 273
a. Trockene Böden 273
b. Feuchte Böden 275
4. Am Ufer des Ponoi 277
5. Das rechte Ufer 278
a. Das Plateau 278
b. Der Talhang 278
6. Das Ufer des Ponoi 281
7. Den Fluss hinauf 282
IX. Zwischen Lebjasha und Lossenga . . . . . 282—292
1. Das Ufer des Ponoi 282
a. Assoziationsserie I 283
b. Assoziationsserie II 283
c. Assoziationsserie III 285
2. Die Anhöhen 286
3. Das Tal eines Baches 288
4. Die Moore auf dem Plateau 291
X. Lossenga — Wuljawr 292
XI. Schuur — Urt . . . . . 292—293

Lapponia Imandrae

A. Uebersicht 293
B. Kandalax . . . . . 294—297
C. Umba . . . . . 297—312
I. Uebersicht 297
II. Das linke Ufer des Flusses beim Dorfe . . . 298—304
1. Das Tal des Flusses 298
2. Die Berge 300
a. Der Abhang 300
b. Der Gipfel 300
3. Niederungen zwischen den Bergen . . . 302—304
a. Das Picetum vaccinioso—myrtillosum.
b. Wiesenassoziationen.
c. Assoziation am See.
III. Das rechte Ufer des Umba-Flusses. 304

IV. Die Pirju Bai . . . . . 304—308
1. Felsen am Meere 304
2. Assoziationen des Strandes 306
V. Den Umba Fluss hinauf. . . . . 308—312
1. Die Talsohle 308
2. Die Anhöhen 310
3. Das Flusstal weiter hinauf 310
4. Bis zum Umba See 311
D. Die Meeresküste zwischen Umba und dem Turi Vorgebirge . . . . . 312—313
E. Der Imandra See und die angrenzenden Gebirge. 313—335
I. Allgemeine Uebersicht . . . . . 313—315
II. Sascheek und die Ssyraja Tundra . . . . 315—316
III. Belaja Guba . . . . . 316—319
1. Der Strand 316
2. Die Sümpfe 317
3. Die Wälder 318
IV. Das Gebirge Umptek . . . . . 319—329
1. Allgemeiner Ueberblick 319
2. Das Tal des Kunjok 321
3. Das Talsystem des Wudjawr 322
4. Der Lutnjärmajok und das Tachtarwum. . . . 323
5. Der Westabhang des Umptek 325
6. Das Plateau 327
V. Die Gebirge auf dem Westufer des Imandra 329—332
1. Uebersicht 329
2. Die Tschyn Tundra 329
3. Die Montsche Tundra 331
4. Westlich von der Montsche Tundra und das Tuadasch Gebirge 331
VI. Zwischen Imandra und der finnischen Grenze 332—335
F. Der Lujawr Urt, der Umpjawr und der Lujawr . . 335—340
I. der Umpjawr 335
II. Der Lujawr Urt 336
1. Uebersicht 336
2. Die Täler Tschiwruaj und Tuluaj 337
3. Die Plateaus 337
III. Der Lujawr 340
1. Der See 340
2. Das Lappendorf Lowosersk 341
Uebersicht der Assoziationen und Assoziationskomplexe . . . . . 342—350
Literaturverzeichnis . . . . . 351—353
Karten . . . . . 354—357

Lapponia ponojensis.

A. Die Grenzen.

(Siehe Karte N. 1).

Die Grenzen der pilanzengeographischen Provinz Lapponia ponojensis gegen Lapponia Varsugae haben wir früher (Regel 1923 pag. XI) behandelt. Sie beginnt in der Gegend östlich von Pulonga am Weissen Meere und verläuft von hier in nordwestlicher Richtung zum Ostufer des Wuljawr und von dort nach Nordosten bis zur Eismeerküste, wo sie bei der Mündung des Jokangaflusses endet. Im Süden, Osten und teilweise auch im Norden wird das Gebiet vom Weissen Meere begrenzt.

Es ist eine, ca. 100 — 140 m. hohe felsige, wellige bis schwach undulierte Hochebene, welche von einer dünnen Moränendecke bedeckt ist und gegen das Meer hin in einer felsigen Küste ihren Abschluss findet. Ihren Mittelpunkt bildet der mittlere und untere Lauf des Ponoi, des grössten Flusses der Halbinsel Kola, von dessen Mündung an wir die Uebersicht der Vegetationsverhältnisse des Provinz beginnen wollen.

B. Das Dorf Ponoj.

12 Kilometer vom Meere entfernt liegt am rechten Ufer des Ponoi das Kirchdorf gleichen Namens. Der Fluss fliesst hier in einem tiefen Tale zwischen 100 Meter hohen Talhängen, oben dehnt sich das schwach wellige, zur Küste niedriger werdende Plateau aus. Die Talsohle ist unzusammenhängend, Sohlenleisten und Halbmondsohlen (auf einer solchen ist das Dorf gebaut) wechseln miteinander ab, jedenfalls ist aber das Tal des Ponoi zu den Hochsohltälern oder stellenweise zu den Kerbtälern zu rechnen. [1])

In floristischer Hinsicht ist die Umgebung von Ponoi recht gut erforscht, da sie schon öfters ihrer Seltenheiten wegen, welche den westlicher gelegenen Teilen von Fennoskandia fehlen, von Botanikern (Kihlmann, Baer Fellmann, Brotherus, Montell, Knabe Göbel u. a.) [2]) untersucht worden sind, welche uns z. t. Vegetationsschilderungen dieser Gegenden hinterlassen haben.

Wir wollen zuerst die Pflanzendecke des Flusstales und des Plateaus behandeln.

---

[1]) Siehe die Terminologie bei Passarge, Grundlagen der Landschaftskunde Band III, 1920.

[2]) Siehe das Literaturverzeichnis.

I. Das rechte Flussufer

a) Das Alluvium oberhalb des Dorfes.

Die ursprüngliche Vegetation ist hier durch Beweiden verändert worden, am meisten natürlich in der nächsten Umgebung des Dorfes. Das noch unbebaute Talsohlenstück ist in Viehweide verwandelt worden, welche auch die schmale zweite Flussterrasse bedeckt. Vorherrschend ist ein Festucetum ovinae bestehend aus: (N. 412 — 26 VI 1812).

Feldschicht.

Festuca ovina cop. gr.
Poa arctica cop.
Salix herbacea sol. — sp. gr.
Alsine biflora
Cerastium alpinum
Ranunculus borealis sol.
Viola biflora cop.
Oxytropis sordida
Pinguicula vulgaris cop.
Antennaria dioica sol.
Achillea Millefolium sol.
Hieraclum alpinum

Bodenschicht:

Hylocomium proliferum, Drepanocladus uncinatus, Polytrichum strictum, Polytrichum juniperinum

Den Abhang zwischen der erstenund zweiten Terrasse bedeckt ein Vaccinietum uliginosi, N. 413—27 VI 1912

Festuca ovina sp.
Agrostis borealis sp.
Arctostaphylos alpina
Vaccinium uliginosum soc.
Vaccinium Vitis Idaea cop.
Polytrichum juniperinum
Nephroma arctica

Auf Felstrümmern am Fusse des Talhanges wachsen *Diapensia lapponica sol., Phyllodoce taxifolia, Vaccinium uliginosum. Brachythecium salebrosum var. turgidum* und *Hypnum viride* werden bei Brotherus (1873 pag. 75), für die Grasplaetze beim Dorfe angeführt.

Hinter der Kirche befinden sich eingezäunte, mit Stallmist gedüngte Heuschläge, sogenannte Felder.

Je mehr wir uns vom Dorfe entfernen, desto mehr schwinden diese Weiden auf der ersten Terrasse und die ursprüngliche Vegetation welche aus Zwerg- und Spalierstäuchern besteht, tritt hervor. So besteht die Pflanzendecke auf dem oberhalb des Dorfes gelegenen Stücke der Talsohle aus einem Empetretum nigri (414 — 29 VI 1912) — bestehend aus: *Betula nana, Festuca ovina, Aira flexuosa var. montana, Trientalis europaea, Vaccinium Vitis idaea, Empetrum nigrum soc., Juniperus* nana u. a., und in Flecken sehen wir hier darin die Vegetation der Weiden von No. 412. Sp. trifft man hier *Betula tortuosa* in Strauchform, *Salix lanata* und breite, niedrige Fichtenmatten.

Noch weiter vom Dorfe den Fluss hinauf, wächst die Zahl der Birken; die Fichte kommt cop. vor. In der Feldschicht treten *Trollius europaeus, Dryopteris Linnaeana* auf.

Offene, nicht mit Gestrüppbewachsene Stellen sind mit einem Empetetum nigri myrtillosum bewachsen, von folgender floristischer Zusammensetzung: (No. 415— 9 VI 1912.)

Feldschicht:

Juniperus communis sp.
Picea obovta cop.
Dryopteris Linnaeana sp. gr.
Veratrum Lobe ianum sp.
Luzula pilosa sp.
Luzula multiflora sol.
Festuca ovina sp.
Salix reticulata sol.
Salix lanata sp.
Betula tortuosa cop.
Betula nana sol.
Cornus suecica sp.
Trientalis europaea sp.
Linnaea borealis cop.
Vaccinium Myrtillus cop.
Empetrum nigrum soc.

Bodenschicht: *Hypnum Schreberi, Nephroma arcticum Ochrolechia tartarea var. thelephoroides* — auf Bodenerhebungen. In Vertiefungen bei erratischen Blöcken — *Aspidium spinulosum.*

Ein anderes, 4 Kilometer oberhalb des Dorfes gelegenes Stück der Thalsohle ist stark versumpft. Seine Mitte wird von einem Sphagnetum chamaemorosum ausgefüllt, bestehend aus: (Nr. 416—29/VI — 1912.)

Eriophorum vaginatum sp.
Betula nana sp.
Rubus chamaemorus soc.
Pedicularis lapponica sp.
Andromeda polifolia sp.
Oxycoccus microcarpus sp.

Dichter Sphagnumteppich.

Eingesprengt ist ein Caricetum stantis (416a — 29/VI— 1912) mit *Eriophorum angustifolium* sp., *Salix lanata* sp. Kein dichter *Sphagnum*teppich. Torfhöcker mit *Ochrolechia tartarea* v. *thelephoroides* und *Sphaerophorus globosus* bewachsen.

An der Peripherie — Betuletum nanae und Salicetum lanatae (Nr. 417 — 29/VI — 1912) mit *Eriophorum angustifolium sp., Pedicularis lapponica* sol., *Rubus chamaemorus* sp. — cop. Auch hier Torfhöcker mit Flechten.

Am Rande der Terrasse, und zum Teil auf ihren steilen Hang zum Flusse wächst ein dichtes Betuleto — Salicetum herbosum. Der Tonstrand am Flusse und der Fuss der Terrasse ist mit Pflanzen bewachsen, wie (Nr. 418 — 29/VI— 1912) *Tussilago tartara, Salix hastata, Oxyria rheniformis, Sibbaldia procumbens, Draba hirta, Poa alpina, Festuca rubra vulgaris et ad planifoliam et var. barbata, Festuca ovina vulgaris et ad var. supinam, Petasites spurius.*

7 km. oberhalb des Dorfes wird das Tal des Ponoi durch einen, auf dem rechten Ufer befindlichen Gneisfelsen eingeengt. Der untere, fast senkrecht zum Flusse abfallende Teil des Fel-

sens ist fast gänzlich von Vegetation entblösst, und nur in den Spalten wachsen wenige Pflanzen, wie (Nr. 419 — 29/VI — 1912) *Rhodiola rosea, Saxifraga nivalis, Primula stricta.*

Der obere, weniger steile Teil des Felsens ist mit einer mehr oder weniger dicken Humusschicht mit dichtem Pflanzenwuchse bedeckt. Vor allem ist hier das Salicetum reticulatae gut ausgeprägt, bestehend aus: (Nr. 420—29/VI—1912).

Feldschicht:

Salix reticulata soc.
Pinguicula alpina copgr.
Empetrum nigrum cop.
Salix hastata cop.
Hedysarum obscurum sp.
Vaccinium Vitis idaea cop.
Vaccinium Myrtillus sp.
Trollius europaeus sol.
Bartschia alpina sol.
Valeriana capitata sp.

Bodenschicht:

Hypnum Schreberi
Hylocomium proliferum

Oben wird das Salicetum reticulatae von einem Vaccinietum Myrtilli mit Beimischung von strauchförmigen Birken abgelöst. Die Vegetation besteht hier aus folgenden Arten: (Nr. 421 — 29/VI — 1912).

Betula nana sp.
Salix lanata sp.
Salix reticulata cop.
Luzula campestris sol.
Polygonum viviparum cop.
Pedicularis lapponica sol.
Hedysarum obscurum scop.
Valeriana capitata sp.

Hylocomium proliferum cop. Cladonia gracilis elongata.

Der tonige, durch eine Quelle befeuchtete Boden in einem Spalt dieses Felsens, ist mit folgenden sich nicht zu einem Rasen zusammenschliessenden Pflanzen bewachsen: (Nr. 422 — 29/VI — 1912).

Foa alpina
Pestuca rubra
Luzula parviflora
Luzula Wahlenbergii
Oxyria rheniformis
Allium sibiricum sol.
Salix lanata sp.
Salix reticulata sol.
Alchemilla acutidens
Saxifraga nivalis copg.
Saxifraga caespitosa sp.
Polygonum vivi parum sp.
Pinguicula alpina
Ledum palustre valeriana capitala

b. Das Ufer des Ponoi unterhalb des Dorfes.

Gleich unterhalb des Dorfes Ponoi hört die Terrasse auf, es fehlt auch ein Strand wie in Nr. 416, der Fluss fliesst in einem Kerbtale dahin Am fusse des Talhanges liegt hier ein, aus grossem Flussgerölle bestehender Wall, welcher wohl während der Frühlingshochwasser, vielleicht auch durch die Tätigkeit des Eises entstanden ist. Die Steine sind dicht mit Krustenflechten bewachsen dazwi-

schen wachsen *Salix hastata cop., Aspidium spinulosum, Pinguicula alpina, Saxifraga cernua* (Nr. 423). Auf dem Fusspfade, Wall und Talhang dominiert ein Violetum biflorae (424—28/VII — 1913) bestehend aus *Allchemilla acutidens, Viola biflora soc., Alsine biflora, Carex rigida cop. Festuca ovina cop., Potentilla alpestris sp. Achillea Millefolum cop.* Diese Assoziation steigt auch den Talhang hinauf.

Die Pflanzendecke des Tahlhanges ist aus Assoziationen der Tundra und der Wiesen zusammengesetzt. Auf Geschiebe wachsen, (Nr. 425 — 4/VII — 1912):

Veratrum Lobelianum sp.
Vaccinium uliginosum cop.
Vaccinium Vitis idaea copgr.
Anthoxanthum odoratum spgr.
Ranunculus borealis sp.
Polygonum viviparum copgr.
Salix hastata cop.
Poa alpina solgr.

Verbreitet ist auch Birkengesträuch — Betuletum herbosum, wofür wir zwei Beispiele anführen wollen: (Nr. 426 — 4/VII — 1913).

I und II Etage fehlen, III Unterholz: *Betula tortuosa soc.*, Strauchform, *Betula nana sp., Salix lanata sp.*

IV. Feldschicht:

Veratrum Lobelianum sp.
Trollius europaeus solgr.
Ranunculus borealis spgr.
Geranium silvaticum sp.
Viola biflora copgr.
Potentilla silvestris solgr.
Hedysarum obscurum cop.
Cornus suecica spgr.
Vaccinium Vitis idaeacop.
Vaccinium uliginosum
Bartschia alpina spgr.
Arctostaphylos alpina cop.
Empetrum nigrum cop.*)

*) auf Steinen.

Betuletum herbosum.

Nr. 427 — 4/VII — 1912.

III. Unterholz: *Betula tortuosa*, strauchförmig; *Salix hastata cop.*; *Sorbus glabrata sol.*

IV. Feldschicht:

Anthoxanhum odoratum cop.
Dryopteris Linnaeana solgr.
Aconitum septentrionale cop.
Ranunculus borealis sp.
Alchemilla acutidens cop.
Geranium silvaticum sp.
Viola biflora copgr.
Astragalus arcticus copgr.
Trientalis europaea cop.
Vaccinium Vitis idaea cop.**)
Vaccinium Myrtillus soc.
Pirola rotundifolia sp.
Cornus suecica copgr.
Oxytropis sordida copgr.
Bartschia alpina sp.

**) An offenen Stellen.

Boden: dünne Humusschicht, häufig Steine an der Oberfläche.

C. Die Mündung eines Baches.

An der Mündung eines, 3 km. unterhalb des Dorfes in den Ponoi Fluss mündenten Baches, hat sich am Fusse des Talhanges ein kleines Stück Talsohle gebildet, mit ebener, mit Feldstücken und Blöcken bedeckter Oberfläche. Wo der Boden mit einer mehr oder weniger dicken Humusschicht bedeckt ist, dominiert ein Betuleto — Salicetum herbosum von folgender floristicher Zusammensetzung: (Nr. 428 — 4/VII — 1912).

Feldschicht:

Aspidium spinulosum sol.
Luzula multiflora
Anthoxanthum odoratum sp.
Rumex arifolius spgr.
Polygonum viviparum copgr.
Ranunculus borealis sp.
Viola biflora cop.
Trollius europaeus sp — cop.
Alchemilla acutidens soc.
Geranium silvaticum soc.
Rubus saxatilis sp.
Vicia sepium cop.
Myosotis alpestris sp.
Aconitum septentrionale sp.
Veratrum Lobelianum cop.

Sorbus glabrata sol. Ribes glabellum sol. Betula tortuosa soc. Strauchförmig; *Salix cop — soc.*

Wo der Boden mit einer dünnen Humusschicht bedeckt ist, wo Steine an die Oberfläche treten, dominieren Spalier und Zwergstrauchassociationen, nämlich folgende zwei: Vaccinietum Myrtilli. (Nr. 429 — 4/VII — 1912).

Calamagrostis spec. sp.
Equisetum silvaticum cop.
Lycopodium annotinum solgr.
Viola biflora copgr.
Rubus saxatilis sp.
Carex brunnescens sp.
Cornus suecica cop.
Rubus arcticus sp.
Epilobium angustifolium sp.
Vaccinium Vitis idaea cop.
Vaccinium Myrtillus soc.
Trientalis europaea copgr.

Empetretum nigri (Nr. 430 — 4/VII — 1912.) auf den trockensten Stellen.

Rubus arcticus sp.
Rubus saxatilis spgr.
Empetrum nigrum soc.
Trientalis europaea copgr.
Cornus suecica cop.

Nach Brotherus (1873 pag. 76) kommen an feuchten Stellen östlich vom Dorfe *Eriophorum capitatum, Juncus castaneus* vor. Zwischen Steinen — *Pyrethrum bipinnatum,* an sandigen Stellen — *Arabis alpina.*

d). Der Talhang.

Der Talhang auf dem rechten Ufer des Ponoi, steigt bis zu 100 m. steil in die Höhe, und nur am seiner Basis sind Reste von Flussterrassen erhalten, deren Pflanzendecke wir oben behandelt haben. Hier müssen wir folgende Böden erwähnen:

α. Schutthalden aus, von oben abgestürzten Felsblöcken und Gesteinstrümmern verschiedener Grösse bestehend, und zum Teil mit Humus, seltener mit Lehm, bedeckt. Im unteren Teil des Talhanges bis zur Mitte hinauf reichend.

β. Felsen aus krystallinischem Gestein von der Mitte an bis hinauf reichend. Die Erosionsrinnen zwischen ihnen sind mit Humus ausgefüllt, hie und da mit Schneeanhäufungen im Sommer. Der Felsen ist z. T. mit Humus oder Rohhumus bedeckt.

Wir wollen folgende Assoziationsserien näher betrachten. (Siehe Schema Seite 176).

Assoziationsserie I.

Talhang hinter dem Dorfe Ponoi, gleich oberhalb der aus Seite 164 beschrieben Weide. Schutthalde mit Humus bedeckt. Rasen aus Empetretum nigri, bestehend aus: (Nr. 431— 26/VI—1912).

Feldschicht:

Festuca ovina cop.
Dryopteris Linnaeana sp.
Betula nana sol.
Lycopodium alpinum spgr.
Rubus arcticus sp.
Ledum palustre sp.
Empetrum nigrum soc.
Pedicularis lapponica sp.
Phyllodoce taxifolia cop.
Vaccinium Vitis idaea cop.

Bodenschicht:

Polytrichum
Sphagnum, einzelne Polster.

An tieferen Stellen, wo der Humus dicher ist, wachsen.

Feldschicht:

Festuca ovina cop.
Salix herbacea
Diapensia lapponica sp.
Viola biflora sp.
Veratrum Lobelianum sol.
Luzula spicata sp.
Trientalis europaea sp.
Viola biflora cop.
Achillea Millefolium sol.
Vaccinium Myrtillus cop.
Phyllodoce taxifolia sp.
Vccinium uliginosum
Rubus arcticus sp.
Cornus suecica cop.
Antennaria dioica sp.

Bodenschicht:

Polytrichum copgr.
Cladonia rangiferina
Cladonia coccifera
Sphaerophorus globosus
Cladonia silvatica

Ebenso die Assoziation Vaccinietum Myrtilli. Auf Flecken ohne Rasen wurden vermerkt: (Nr. 432 — 28/VI-1912.)

Am 9/VIII — 1913 — *Saxifraga cernua cop.*

Felsblöcke und Gerölle reichlich mit Krustenflechten bewachsen. Höher hinauf treffen wir ausser dem Empetretum nigri noch ein Betuletum nanae von folgender floristischer Zusammensetzung: (Nr. 432 — 26/VI — 1912.)

Lycopodium annotinum pungens
Equisetum silvaticum sp.
Lycopodium alpinum spgr.
Rubus arcticus sp.
Cornus suecica sp.
Vaccinium Myrtillus cop.
Vaccinium Vitis idaea cop
Betula nana soc.
Polytrichum.

In mit einer dicken Humuschicht bedeckten Vertiefung findet sich folgendes Anthoxantheto — Myrtilletum. (Nr. 434 — 26. VI. — 1912).

Anthoxantum odorathum cop.
Luzula pilosa
Luzula multiflora sp.
Festuca ovina cop.
Equisetum silvaticum
Ranunculus borealis cop.
Vaccinium Myrtillus cop.
Viola biflora cop.
Astragalus arcticus

An der Basis des hier emporsteigenden Felsen sickert Quellwasser hervor. In Gruppen wächst hier *Pinguicula vulgaris*, häufig sind hier *Sphagnum*-polster zu sehen. Das Wasser fliesst den Hang hinunter und auf dem von ihm durchnässten Humus wachsen (Nr. 435 — 26 — VI — 1912).

Aspidium spinulosum,
Taraxacum lapponicum,
Alchemilla glomerulans,
Saxifraga cernuus.
Polygonum viviparum.
Rumex arifolius.

Noch höher hinauf, auf mit Steinen gemischtem Humusboden, wurde ein Salicetum glaucae phyllodoceosum von folgender floristischer Zusammensetzung vermerkt: (Nr. 435 — 26/VI — 1912)

Salix glauca x phylicifolia
Betula nana
Veratrum Lobelianum sol.
Polygonum viviparum
Phyllodoce taxifolia cop.
Pedicularis lapponica.

Noch weiter oben, am oberen Rande des Talhanges verschwinden die Sträucher. Die Pflanzendecke bildet hier einen undichten Rasen.

Das Salicetum herbaceae desertum hier, besteht aus folgenden Arten: (Nr. 437 — 26 — VI—1912)

Festuca ovina cop.
Luzula spicata sp.
Lycopodium Selago sol.
Salix herbacea cop.
Polygonum viviparum sol.
Betula nana sp.
Empetrum nigrum sp.
Vaccinium Vitis idaea cop.
Vaccinium Myrtillus cop.
Arctostaphylos alpina*) copgr.
Diapensia lapponica**) sp.

*) Stellenweise.
**) Spalierförmig.

Assoziationsserie II

Talhang unterhalb des Dorfes. bei dem auf Seite. 167 erwähnten Steinwalle.

Violetum biflorae, siehe Nr. 424. Vaccinietum Myrtilli ihm beigemischt, bestehend aus (Nr. 438 — 26/VI — 1919)

Juniperus nana sol.
Vaccinium Myrtillus cop.
Vaccinium Vitis idaea copgr.
Veratrum Lobelianum sol.
Polytrichum spec.

Weiter oben nehmen die Wiesenassociationen nur die Vertiefungen und Erosionsrinnen mit dicker Humusschicht ein,

während alle höheren Stellen des Talhanges mit felsigem Boden oder Rohhumus, mit Zwerg- und Spalierstrauchheiden bedeckt sind.

In den Wiesenassoziationen herrscht ein Alchemilletum acutidentis vor, bestehend aus: (Nr. 439 — 27/VI — 1913)

Alchemilla acutidens soc.
Viola biflora copgr. — soc.
Luzula multiflora sol.
Potentilla alpetris sp.
Veratrum Lobelianum sol-sp. x Aconitum septentrionale sol.
Polygonum viviparum
Cerastium alpinum soxl.
Achillea Millefolium cop.
Ranunculus borealis
Trolius europaeus sol
Rubus arcticus sol.

Ausserdem die in Nr. 412 erwähnten Arten.

Höher, neben dem zu erwähnenden Empetretum nigri tritt in tieferen Stellen ein 1 m. hohes Birkengestrüpp auf, mit Beimischung von *Salix glauca* × *phylicifolia*. Die Feldschicht dieses Betuleto — Salicetum herbosum besteht aus: (440 — 28/VI—1912) *Veratrum Lobielanum copgr., Aconitum septentrionale sp., Viola biflora copgr., Rubus arcticus copgr., Vacinuum Myrtillus spgr.*

Von Heiden sind am häufingsten das Vaccinietum Myrtilli im unteren und das Empetretum nigri im oberen Teile des Talhanges. Vaccinietum Myrtilli Vitis idaeae (Nr. 441 — 28/VI—1912):

Festuca ovina cop.
Betula nana sol-solgr.
Trientalis europaea sol.
Cladonia
Vaccinium Vitis idaea cop-soc.
Vaccinium Myrtillus copgr.-soc.
Empetrum nigrum sp.

Cornus suecica bei Felstrümmern.

Empetretum nigri (Nr. 442 — 28/VI—1912.)

Boden trockener Rohhumus, viele Steintrümmer über dem Vaccinietum Myrtilli — Vitis idaeae.

Aspidium spinulosum sol.
Equisetum silvaticum sol.
Salix lanata sp.
Polygonum viviparum copgr.
Empetrum nigrum soc.
Rubus arcticus sol.
Cornus suecica spgr.
Vaccinium Vitis idaea cop.
Ledum palustre sol.

Zwischen Steinen; *Salix* ist hier nicht selten soc.

Oben am Fusse der Felsen, treten im Empetretum Strauchbirken auf, bis zu 5 cm., Stammdurchmesser; sol. — *Juniperus nana*. Die Feldschicht dieses *Betuletum empetrosum* besteht aus: (No. 443 — 28/IV — 1912.)

Betula nana cop.
Rumex arifolius sp.
Ledum pulustre sp.
Vaccinium Vitis idaea cop.
Empetrum nigrum soc.

Bodenschicht:

Cladonia rangiferina; Nephroma arctica

Unter den Birken:

Lycopodium annotinum sol.
Rubus arcticus sol.
Trientalis europaea sp.
Cornus suecica spgr.
Vaccinium Myrtillus copgr.
Empetrum nigrum sp.-cop.

Unmittelbar am Fusse der Felsen dominiert das Vaccinietum Myrtilli bestehend aus: (No. 443—28 VI 1913.)

Lycopodium Selago sol.
Veratrum Lobelianum sp.
Viola biflora sol.
Linnaea borealis cop.
Vaccinium Myrtillus soc.

Zwischen den Felsen, im Sommer z. T. mit Schnee. Hier wurden vermerkt:

Vaccinietum Myrtilli (Nr. 444 28 VI 1912).

Aspidium spinulosum sp.
Salix lanata*)
Ranunculus borealis sol.
Polygonum viviparum sol
Rubus arcticus sol.
Calamagrostis cop
Phyllodoce taxifolia
Vaccinium Myrtillus cop. soc.
Salix reticulata sp.

*) Mit sich öffnenden Blattknospen.

Boden: humus zwischen Gesteinstücken.

Violetum biflorae graminosum (Nr. 444a — 28 VI 1912.)

An Stellen ohne Steine:

Veratrum Lobelianum cop.
Salix herbacea*) × lanata subherbacea
Aconitum septentrionale cop.
Viola biflora cop.
Dryopteris Linnaeana col.
Ranunculus borealis sp.
Lycopodium Selago sol.
Pinguicula alpina cop.
Rubus idaeus sp.
Rubus arcticus sol.
Calamagrostis*) cop.

*) Noch keine Rispen entwickelt.

Assoziationsserie III

Östlich vom Dorfe.

Steiler Talhang bis zur Terrasse (Fig. 1)

Auf den Steinen am Flusse: *Salix hastata*, mit unentwickelten Blättern.

Alchemilletum acutidentis am Fusse des Talhanges. (No. 445 — 28. VI. 1912.)

Alchemilla acutidens cop.
Equisetum boreale
Polygonum viviparum
Oxyria rheniformis

Vegetation nur in Flecken. Boden, Sand, Lehm, viel Felssplitter.

Weiter oben — dichtes Weidengestrüpp aus

Salix glauca × phylicifolia foliax nigricans,
Salix glauca × phylicifolia
Birken bis zu 1. 5. m Höhe

Feldschicht aus einem Alchemilletum acutidentis bestehend. (No. 446 — 28 — 1912.)

Calamagrostis
Veratrum Lobelianum sp.
Equisetum silvaticum cop.
Rumex arifolius sol.
Ranunculus borealis sp.
Trollius europaeus sol.
Geranium silvaticum sol.
Pedicularis verticillata sol.
Alchemilla acutidens soc.
Viola biflora sp.

In Flecken an steinigen Stellen ein Empetretum nigri (Nr. 447 — 28. VI 1912.)

Equisetum silvaticum sp.
Betula nana cop.
Pedicularis lapponica sp.
Phyllodoce taxifolia sp.

Oder auch (Nr. 448 — 28 VI. 1912.)

Anthoxanthum odoratum sp.
Equisetum silvaticum sp.
Polygonum viviparum cop.
Viola biflora sp.
Salix hastata cop.
Vaccinium Vitis idaea cop. — sol.
Empetrum nigrum cop.

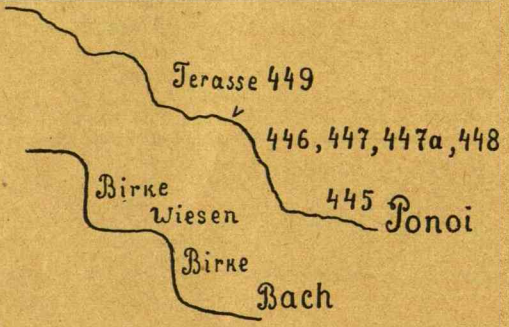


Fig. 1 und 2.

Auf der Terrasse: Sträucher und Heiden.

Sträucher — Assoziation Betuleto — Salicetum herbosum. (Nr. 449 — 28. VI 1912.)

Betula tortuosa,
Salix glauca x phylicifolia x nigricans
Aconitum septentrionale cop.,
Ranunculus borealis sp.
Agrostis borealis,
Veratrum Lobelianum,
Rubus idaeus sp.,
Myosotis alpestris sp.
Calamagrostis cop.

Vaccinietum Myrtilli am Rande des Gebüsches. (Nr. 450 — 28. VI 1912.)

Anthoxanthum odoratum sp.
Equisetum borealis sp.
Cornus suecica cop.
Geranium silvaticum sp.

Luzula campestris sol.
Viola biflora sp.
Polygonum viviparum sp.
Ranunculus borealis sp.
Veratrum Lobelianum sp.
Vaccinium Myrtillus soc.
Bartschia alpina sol.
Solidago virgaurea lapponica sol

Vaccinietum Myrtilli weiter vom Rande entfernt:

No. 450a — 28 VI 1912.

Vaccinium Myrtillus soc.
Vaccinium Vitis idaea cop.
Veratrum Lobelianum sp.
Hylocomium proliferum
Nephroma arctica
Cladonia rangiferina
Cornus suecica copgr.
Solidago virgaurea lapponica
Cladonia silvatica.
Cladonia gracilis elongata.
Cetraria islandica.

Vaccinetum Vitis idaea

No. 451 — 28 VI 1923.

Equisetum silvaticum spgr.
Viola biflora sol.
Linnaea borealis cop.
Cornus suecica cop.
Empetrum nigrum cop.

Weiter oben ist der Talhang mit denselben Associationen bedeckt. Die am meisten exponierten und trockensten Stellen wie z. B die erhöhten Stellen zwischen den Erosionsrinnen, sind mit einer Zwergstraucheide mit mehr oder weniger Flechten bedeckt, in den Vertiefungen und Erosionsrinnen ist das Vaccinietum Myrtilli massgebend. Selten kommen strauchförmige Birken vor; unter ihnen wachsen *Dryopteris Linnaeana* und *Linnaea borealis*.

Noch weiter oben tritt im Empetretum nigri in grösserer Menge *Ochrolechia tartarea var thelephoroides* auf, an geschützteren Stellen erscheint ein Betuletum nanae von folgender floristischer Zusammensetzung. (Nr. 45 228 VI. 1912.)

Equisetum boraele sol.
Betula nana soc.
Ledum palustre sp.
Vaccinium vitis idaea cop.
Empetrum nigrum sp.
Cladonia rangiferina.

Betula tortuosa und *Juniperus communis* sol.

Noch weiter oben, am oberen Rande des Talhanges, wachsen auf Geröll folgende Pflanzen: (Nr. 453 — 28 VI 1912.)

Luzula spicata cop.
Ledum palustre sol (stirbt ab)
Vaccinium Vitis idaea sp.
Cladonia rangiferina,
Diapensia lapponica sp.
Empetrum nigrum copgr.
Cladonia silvatica.
Cladonia gracilis var. elongata

Nebenan auf Humus wachsen:

Festuca ovina sp.
Salix lanata sp.
Arctostaphylos alpina sp.
Phyllodoce taxifolia sol.

Unmittellos am oberer Rande des Talhanges stossen wir auf ein Salicetum herbaceae bestehend aus. (Nr. 454 28 VI 1912.)

Festuca ovina sp.
Betula nana sp.
Equisetum boreale sp.
Salix herbacea cop.
Salix lanata sp.
Loiseleuria procumbens

Brotherus (l. c.) zählt eine Reihe, am Talhang bei Ponoi wachsender Pflanzen auf.

Schema der Verteilung der Assoziationen am rechten Talhang des Ponoi-Fluses beim Dorfe Ponoi.

Hochfläche mit Tundra.

Salicetum herbaceae 454	Steile	Geröll	*Salicetum herbaceae 437*
Geröll 453	Felsen	*Salix*-Gestrauch	*Salicetum* zwischen
An geschützten Stellen: *Betuletum nanae 452* A	*Vaccinietum Myrtilli 444*	Keine-Steine	den *Felsen 436*
Empetretum nigri auf b Erosionshöckern h a	*Betuletum 443, 443a*	*Violetum biflorae 444a*	*Bei Quellwasser 435*
Vaccinietum Myrtilli in n Erosionsrinnen g	Erosionsrinne	Erosionshöcker	
Betuleto—Salicetum herbosum 449. Ter-	Birkengestrüpp *440*	*Empetretum 442 nigri*	*Empetretum nigri—Betuletum nane 433*
Vaccinienitum Myrtilli ras- *450, 450a* se	Wiesen	*Vaccinietum Myrtilli-Vitis Idaea 441*	In Vertiefungen *Anthoxanthetum 434*
Vaccinietum Vitis idaeae 451			
Weidengebüsch *mit* A Birken *446* b h	Wiesen: *Alchemilletum acutidentis 439*		Schutthalden
Empetretnm nigri 447 a n			
Wiesen g			*Empetretum nigri 431*
Alchemilletum acutidentis 446			*Vaccinietum Myrtilli 432*
Anthoxanthetum odoratae 448	*Vaccinietum Myrtilli 438* *Violetum biflorae 424*		Alluvialterrasse *mit* Weide *412*
Althemilletum acutidentis 445	*Steinwall*		
Salix hatata			
Ponoi Fluss	Ponoi Fluss		Ponoi-Fluss
Assozationsserie 3	Assozationsserie 2		Assozationsserie 1.

II. Schluchten und Täler von Bächen am rechten Ufer des Ponoi.

Die in den Ponoi mündenden Bäche fliessen rasch, von zahlreichen Strommschellen und Wasserfällen unterbrochen, in engen felsigen Kerbtälern dahin. Die grössere Abgeschlossenheit dieser Täler vor den kalten Winden ist wohl die Ursache davon, dass die Pflanzendecke hier viel reicher entwickelt ist, als auf dem rechten Ufer des Ponoi.

1. Die Mündung.

An der Mündung dieser Bäche ist ein scharfer Kontrast in den Vegetationsverhältnissen der Süd — Südwesttalhänge einerseits, und den Nord- und Nordost-Abhängen anderseits, zu bemerken, wie aus folgenden Beispielen ersichtlich ist.

a. Nordabhang.

Betula tortuosa cop., 2-3 m. Höhe

Feldschicht:

Vaccinietum Myrtilli mit Moosen.

Südabhang: Betuleto-Salicetum herbosum (Nr 455 — 1. VII — 1912.)

Betula tortuosa, Juniperus communis, Salix glauca × phylicifolia, Salix lanata, Rosa cinnamomea.

Feldschicht;

Aconitum septentrionale, Veratrum Lobelianum sol., Trollius europaeus, Poa alpina sp.

Vaccinietum Myrtilli, Cornetum suecicae, Anthoxanthetum odoratae — stellenweise.

b. Nordabhang: wie vorhergehend.

Südabhang: (Fig. 2)

Betula tortuosa cop., 15—3m. hoch,, 10—15 cm dick an der Basis

Salix glauca x phylicifolia.

Feldschicht: *Geum rivale, Filipendula Ulmaria.* Zwischen den Büschen — Wiesen.

2. Bach in der nächsten Nähe von Ponoi.

a) Talsohle:

Gleich oberhalb des Dorfes mündet in den Ponoi ein Bach, dessen Mündungsgebiet auf der ersten Terasse des Ponoi-Flusses liegt. Die Vegetation auf den teils sandigen, teils mit Flussgerölle bedeckten Ufern bildet keinen geschlossenen Rasen. Humus findet sich nur in den Vertiefungen zwischen dem Gerölle.

Im Wasser wachsen kleine Bestände aus *Equisetum heleocharis* und *Caltha palustris*. Zwischen dem Gerölle am Ufer, und auf mehreren Inseln der Flussmündung steht ein Salicetum mixtum bestehend aus (No. 456—I.VII. 1912):

Salix hastata, Salix glauca, Salix glauca x phylicifolia, Salix lanata.

An offenen Stellen:

Carex juncella sp.
Caltha palustris,
Bryum pallens,
Viola epipsila sp.,
Comarum palustre cop.
Oxyria rheniformis.

Auf höheren und trockeneren Stellen wachsen:

Veratrum Lobelianum, Geranium silvaticum. Rasenstücke und Höcker am Wasser bestehen aus:

Carex caespitosa, Calta palustris, Carex gracilis (stellenweise soc.), *Geranium silvaticum.*

An höher gelegenen Stellen mit dickerer Humuschicht auf sandig-steinigem Untergrunde sind Wiesenassoziationen häufig.

Registriert wurden folgende zwei Associationen: Anthoanthetum odoratae: (Nr. 457-1.VII.1922)

Anthoxanthum odoratum soc.
Ranunculus borealis cop.
Equisetum silvaticum sp.
Veratrum Lobelianum spgr.
Luzula multiflora sp.
Rumex arifolius sp.
Salix glaucaxphylicifolia spgr.
Trollius europaeus sol.
Viola biflora cop.
Alchemilla acutidens cop.
Trientalis europaea spgr.
Polygonum viviparum sp.
Taraxacum lapponicum sol.
Geranium silvaticum sol.
Myosotis alpestris sol.
Salix hastata sp.

Alchemilletum acutidentis. (Nr. 458—1.VII.1912.)

Carex brunnescens cop.
Festuca rubra sp.
Calamagrostis
Equisetum borealis sp.
Veratrum Lobelianum sol.
Anthoxanthum odoratum cop.
Ranunculus borealis solgr.
Trollius europaeus sol.
Alchemilla acutidens cop.
Geranium silvaticum sp.
Viola biflora cop. — soc.
Pinguicula alpina copgr.
Bartschia alpina sol.
Solidago Virgaurea sol.
Vaccinium Myrtillus sol.

b) Der Talhang des Baches.

Die steilen Talhänge sind vorzugsweise mit Spalier- und Zwergstrauchheiden mit eingesprengten Birkensträuchern bedeckt.

Die lehmige Schutthalde bedeckt ein Betuleto-Salicetum herbosum, bestehend aus folgenden Arten:

(Nr. 459 — 1. VII. 1912.)

Betula tortuosa cop.
Sorbus glabrata sol.
Salices glauca, lanata-soc.

Feldschicht:

Aspidium spinulosum sol.
Luzula multiflora sp.
Veratrum Lobelianum sp.
Ranunculus borealis copgr.
Cerastium alpinum sp.
Viola biflora cop.-soc.
Alchemilla acutidens cop.-soc.
Rubus arcticus sol.

Am Fusse der Schutthalde, wo *Salix* fehlt sehen wir ein Violetum bifloraе. No 460 — (1. VII. 1912.)

Festuca rubra cop.
Juniperus communis sol.
Equisetum boreale sol.
Cerastium alpinum sp.
Viola biflora cop. — soc.
Alsine biflora.
Saxifraga nivalis sol.
Potentilla alpestris sp.

Nur ein Teil der Schutthalde ist mit geschlossenem Rasen bedeckt, häufig jedoch fehlt dieser gänzlich, der steinige Hang ist dann mit einem Vaccinietum Myrtilli (Nr. 461—I. VII — 1912), bestehend aus *Vaccinium Myrtillus* soc., *Phyllodoce taxifolia* sp. gr., *Salix hastata* cop., bewachsen.

Die die Tahlhänge überziehenden Spalier- und Zwergstrauchheiden werden aus folgenden Assoziationen zusammengesetzt:

Vaccinietum Myrtilli, die am häufigsten vorkommende Assoziation. (Nr. 462 — 1. VII — 1912.)

Boden: dünne Schicht Rohhumus. Untergrund — krystallinischer Fels und Felsbrocken.

Sträucher *Salix lanata sp.*

Feldschicht:

Lycopodium alpinum sp.
Calamagrostis sp.
Veratrum Lobelianum sol.
Polygonum viviparum sp.
Cornus suecica cop.
Linnaea borealis sp.
Vaccinium Myrtillus soc.
Vaccinium uliginosum sp.
Pedicularis lapponica sol.
Empetrum nigrum cop.

Bodenschicht:

Hylocomium proliferum
Nephroma arctica
Cetraria islandica
Cladonia silvatica.
Cladonia rangiferina
Cladonia alpestris
Cladonia cornuta

Vaccinietum Myrtilli (Nr. 463 — 1. VII — 1912.)

Polygonum viviparum cop.
Viola biflora sp.
Rubus arcticus sp.
Hylocomium proliferum
Nephroma arctica
Cornus suecica sp.
Vaccinium Myrtillus soc.
Phyllodoce taxifolia sol.

Empetretum nigri, hauptsächlich im oberen Teil des Talhanges oder auf Felsboden. (Nr. 464—1. VII—1912).

Felsen am Wasserfalle:

Equisetum pratense sp.
Salix hastata sp.
Empetrum nigrum soc.
Salix lanata sol.

Ranunculus borealis
Rubus arcticus sp.
Hylocomium proliferum
Nephroma arctica
Polytrichum commune
Vaccinium uliginosum sp.

Nr. 465 — 1. VII. — 1912.

Wenig verbreitet und nur auf Felsen am Talhange.

Betuletum corneoso — myrtillosum.

Salicetum reticulatae.

Auf niedrigeren und geschützteren Stellen des Talhanges (Nr. 466 — 1. VII — 1912), neben dem Vaccinietum Myrtilli Nr. 463:

Betula tortuosa cop. — soc., Strauchform.

Feldschicht:

Dryopteris Linnaeana spgr.
Lycopodium annotinum sp.
Festuca ovina sp.
Trientalis europaea sp.
Cornus suecica copgr.
Vaccinium Myrtillus copgr.
Vaccinium Vitis idaea cop.
Ledum palustre sp.
Myosotis alpestris sol.
Solidago Virgaurea lapponica sol.

Bodenschicht:

Hylocomium proliferum
Cladonia cornuta
Cladonia rangiferina
Cladonia silvatica
Cetraria nivalis
Nephroma arctica.

III. Das linke Flussufer.

Die Vegetation des linken Ufers des Ponoi-Flusses, welches nach Süden gerichtet ist, unterscheidet sich stark von dem rechten. Blumenreiche, als Heuschläge dienende Wiesen und Matten, wechseln hier mit hohem Weiden und Birkengebüsch ab, und nur oben, am oberen Rande des Talhanges treten Felsen zum Vorschein mit den Vertretern der Tundra-Vegetation. Auf diesen Gegensatz zwischen den beiden Ufern des Flusses haben schon alle Reisende, angefangen mit Baer, welche diese Gegend erforscht haben, hingewiesen.

Die Schutthalde ist hier bedeutend breiter als auf dem rechten Ufer des Flusses und besteht aus Lehm mit einer mehr oder weniger dicken Humusschicht. Oben besteht der Boden aus festem krystallinischen Gestein oder Felstrümmern, welche mit spärlichem Humus und Rohhumus überzogen werden. Am genauesten habe ich die Vegetation des Talhanges dem Dorfe Ponoi gegenüber untersucht.

1. Der Talhang.

a. Der Strand:

Der untergetauchte Strand des Ponoi ist nicht ausgeprägt. Auf Flusssteinen wachsen: *Crepis tectorum, Senecio tectorum Matricaria ambigua, Vaccinium uliginosum.*

b. Die Schutthalde:

Die Schutthalde ist mit Wiesen bedeckt, welche z. T. infolge von Rodung des Gebüsches entstanden sind, gemäht und gedüngt werden. Das Vieh wird hier nicht geweidet. Sie werden von den Eingeborenen „Felder„ genannt.

Die Schutthaide ist von einer ganzen Reihe parallel zu einander verlaufenden, senkrecht zum Flusse gerichteten Erosionsfurchen mit dazwischenliegenden rückenartigen Erhebungen durchzogen. Dieses Makrorelief bedingt auch die Verteilung der Assoziationen, jedoch mit Ausnahme des Fusses des Talhanges, wo sowohl die Erhebungen, als auch die Furchen mit Wiesen bedeckt sind.

α Assoziationen der Erosionsfurchen und der Basis des Talhanges.

Poetum pratensis. (Nr. 467 — 27. VII, 1912.)

Poa pratensis soc.
Anthoxanthum odoratum copgr.
Luzula pilosa
Luzula multiflora sp.
Luzula Wahlenbergii
Veratrum Lobelianum spgr.
Equisetum boreale sp.
Ranunculus borealis cop.
Poa alpina
Trollius europaeus sp.
Polygonum viviparum cop.
Trientalis europaea sp.
Pedicularis verticillata spgr.
Alchemilla acutidens soc.
Myosotis alpestris copgr.
Astragalus arcticus sp.

Poetum pratensis. (No. 468 — 3. VII. 1912.)

Carex lagopina
Poa pratensis soc.
Equisetum boreale cop.
Veratrum Lobelianum sol.
Polygonum viviparum cop.
Cerastium Fischerianum sp.
Trollius europaeus sol.
Alchemilla acutidens soc.
Rumex arifolius sp.
Bartschia alpina sol—sp.
Hedysarum obscurum sol.
Trientalis europaea solgr.
Tussilago farfara spgr.
Achillea Millefolium copgr.
Pedicularis verticillata solgr.
Astragalus arcticus sp.
Myosotis alpestris sp.
Taraxacum lapponicum sol.
Galium boreale
Saussurea alpina

Bodenschicht: *Rhacomitrium fasciculare.*

Eine Bodenschwellung mit trockenerem Boden ist mit einem. Alchemilletum acutidentis bedeckt, bestehend aus:

Botrychium Lunaria solgr.
Poa alpina sop.
Potentilla alpestris cop.
Parnassia palustris solgr.
Alchemilla acutidens cop.
Poa pratensis sp.
Vaccinium Myrtillus
Trientalis europaea cop.
Senecio campestris cop.
Pedicularis verticillata copgr.
Anthoxanthum odoratum cop.

Anthoxantheto—Vaccinietum Myrtilli No. (470 — 27. VI. 1912)

Melica nutans cop.
Anthoxanthum odoratum cop.
Hierochloa odorata spgr.
Vaccinium Myrtillus cop.
Melampyrum silvaticum sp.

Erysimum hieracifolium sol.
Cerastium Fischerianum sp.
Trollius europaeus
Draba hirta
Viola montana
Astragalus arcticus
Tanacetum vulgare spgr.
Myosotis alpestris cop.
Poa alpina sol—sp.
Pedicularis sudetica sol.
Senecio campestris
Saxifaga rivularis

β Assoziationen der Rücken zwischen den Erosionsfurchen.

Vaccinietum Myrtilli. Neben dem Poetum pratensis No. 467. (No. 471 — 27. VI. 1912.)

Luzula multiflora cop.
Viola biflora sp.
Pirola minor sp.
Cerastium alpinum sp.
Vaccinium Myrtillus cop.
Vaccinium Vitis idaea sp.
Empetrum nigrum sp.

Vaccinieto — Anthoxanthetum, in der Nähe des Gebüsches No. (472 — 27. VI. 1912.)

Anthoxanthum odoratum cop.
Luzula pilosa sol.
Ranunculus borealis cop.
Trollius europaeus sp.
Viola montana spgr.
Rubus saxatilis
Vaccinium Myrtillus cop.
Trollius europaeus sp.
Veronica longifolia sp.
Viola biflora cop.
Solidago Virgaurea lapponica sp.
Bartschia alpina solgr.

Einzelne Stämme und Zweige von Birken.

Vaccinietum Myrtilli—Vaccinietum Vitis idaeae (No. 473. 27. VI. 1912.)

Equisetum silvaticum sp.
Poa pratensis sp.
Festuca rubra barbata cop.
Juiperus nana sol.
Rubus saxatilis sol.
Trientalis europaea sp.
Cornus suecica cop.
Empetrsum nigrum cop.
Linnaca borealis spgr.
Epilobium angustifolium sol.
Vaccinium Myrtillus sol.
Vaccinium Vitis idaea soc.
Solidago Virgaurea lapponica sol.
Melampyrum silvaticum laricetorum sp.

Oberhalb der Zone der Wiesen beginnt auf dem Talhange das Gebüsch. Die Grenze zwischen beiden Assoziationskomplexen verläuft in gewundener Linie, und verdankt ihre Entstehung sicher der Tätigkeit des Menschen, welcher durch Ausroden des Gebüsches die Fläche der Wiesen zu vergrössern trachtet.

Folgende Assoziationen wurden hier aufgezeichnet:

Betuleto — Salicetum herbosum (No. 474 — 27. VI. 1911.)

Sträucher:

Betula tortuosa soc.
Cotoneaster nigra
Juniperus communis sp.
Sorbus glabrata sp.
Ribes glabellum
Daphne Mezereum sol.

Feldschicht:

Aconitum septentrionale
Veratrum Lobelianum
Vicia sepium
Vicia silvatica
Rubus saxatalis
Paeonia anomala sol.
Geranium silvaticum
Poa nemoralis
Poa pratensis
Anthriscus silvestris

Am Rande des Gebüsches wird die Vegetation reicher an Arten. Hier wurden folgende Pflanzen gefunden:

Festuca rubra vulgaris
Carex lagopina
Erysimum hieraciifolium
Trollius europaeus cop.
Paeonia anomala sol.
Aconitum septentrionale sp.
Geranium silvaticum cop.
Poa nemoralis cop.
Geum rivale
Rosa cinnamomea.
Poa pratensis
Epilobium angustifolium solgr.
Melica nutans cop.
Myosotis alpestris cop.
Senecio campestris sp
Thalictrum kemense
Poa coarctata
Melampyrum silvaticum laricetorum.

An von Quellwasser befeuchteten Stellen besteht die Vegetation aus folgenden Arten:

Salicetum lanatae caricosum. (No. 495—27. VI. 1921).

Sträucher:

Salix lanata cop-soc.

Feldschicht:

Carex stans cop., Eriophorum Scheuchzeri sp.
Equisetum scirpoides (zwischen Moosen),
Salix hastata cop., Caltha palustris cop., Comarum palustre cop.,
Bartschia alpina cop., Tussilago farfara.

Bodensschicht stark enwickelt, besonders auf nassen Steinen:

Calliergon cordifolium, Philonotis fontana.

C. Der obere Teil des Talhanges.

Weiter oben bedeckt dichtes Birken- und Weidengebüsch, hie und da von Wiesen unterbrochen, den Talhang.

Das Betuleto Salicetum herbosum hat hier folgende Zusammensetzung: (No. 476 — 27. VI. 1912).

Sträucher:

Sorbus glabrata sp.
Salices sp.
Betula tortuosa soc.

Feldschicht:

Dryopteris Linnacana copgr.
Anthoxanthum odoratum soc.
Veratrum Lobelianum cop.
Rumex arifolius sp.
Trollius europaeus sp.
Acopitum septentrionale cop.
Melandryum rubrum cop.
Equisetum borgale sp.
Epilobium angustifolium sol.
Myosotis alpestris sp.
Poa pratensis cop.

Auf kleinen Grasplätzen zwischen dem Gebüsch herrscht die Assoziation Alchemilletum acutidentis polygonosum vor, bestehend aus: (No. 477 — 27. VI. 1912.)

Anthoxanthum odoratum soc.	Draba hirta
Luzula multiflora	Geranium silvaticum cop.
Poa alpina	Alchemilla acutidens cop.
Carex lagopina	Trientalis europaeus sp.
Veratrum Lobelianum sol.	Filipendula Ulmaria sol.
Rumex arifolius sp.	Melampyrum silvaticum laricetorum sp.
Polygonum viviparum cop.	Pedicularis verticillata sol.
Anemone nemorosa sol.	Bartschia alpina solgr.
Trollius europaeus sp.	Cirsium heterophyllum sol.
Equisetum boreale sp.	Vicia sepium
Viola biflora cop.	Hedysarum obscurum solgr.
Ranunculus borealis sp.	Pirola sol.

Auf grossen offenen Grasplätzen tritt *Gnaphalium norvegicum* sol. in grösserer Menge *Vaccinium Myrtillus* auf, entweder als Beimischung zum Alchemilletum, oder als selbständiges Vaccinietum Myrtilli. Geranietum silvatici, auf kleineren, erst unlängst gerodeten Grasplätzen, bestehend aus: (No. 478. 27. VI. 1912.)

Veratrum Lobelianum, Aconitum septentrionale, Filipendula Ulmaria, Geranium silvaticum.

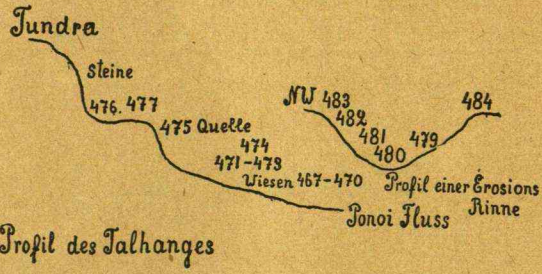


Fig. 3

Unten, in der Nähe des oberen Randes des Talhanges, ändert sich die Pflanzendecke zusehends. Die Wiesenassoziationen kommen hier ausschliesslich in den Erosionsrinnen vor, während die Erhebungen zwischen ihnen mit Gebüsch oder Heiden bedeckt sind. Als Beispiel führen wir folgende Assoziationsserie an. (Fig. 3.)

Boden einer Erosionsrinne, oben, am Rande des Talhanges.

Calamagrostideto — Alchemilletum. (Nr. 479. 27. VI. 1912.)

Anthoxanthum odoratum sp.
Poa pratensis
Carex brunnescens sp. cop.
Calamagrostis cop.
Veratrum Lobelianum sol.
Melandryum rubrum cop.
Geranium silvaticum solsp.
Rubus saxatilis sp.
Alchemilla acutidens copsp.
Rumex arifolium cop.
Epilobium angustifolium sp.

Dieselbe Rinne, aber tiefen unten: Violetum biflorae (No. 480. 27. VI. 1912)

Juncus trifidus sp.
Viola montana sol.
Carex brunnescens sp.
Polygonum viviparum solgr.
Luzula multiflora

Tiefer unter treten auf *Viola biflora* cop-soc., *Trollius europaeus* solgr. *Betula tortuosa* — strauchförmig sp.

Noch tiefer unten beginnt das Poetum pratense (No. 481. 27. VI. 1912) mit: *Poa pratensis* soc., *Allium sibiricum* sol., *Mnium spinolosum*, wobei diese Assoziation in ein Birkengebüsch übergeht (Betuleto — Salicetum herbosum).

An den Seiten der Rinne gehen die Wiesenassoziationen *Vaccinietum Myrtilli* über, bestehend aus: (No. 482. 27. VI. 1912).

Festuca ovina sp.
Betula nana cop. gr.
Epilobium angustifolium sol.
Vaccinium Vitis idaea sp.
Empetrum nigrum cop—soc.

Der Rücken der Rinne ist mit folgenden Assoziationen bedeckt:

Betuletum corneoso — myrtillosum No. 483 — 27. VI. 1912.

Sträucher:

Betula tortuosa cop—soc. (1 m. hoch)
Sorbus glabrata sol.

Feldschicht:

Festuca ovina cop.
Epibloium angustifolium sol.
Vaccinium Myrtillus cop.—sol.
Equisetum boreale sp.
Empetrum nigrum cop.
Vaccinium Vitis idaea cop.
Achillea Millefolium sp.
Trientalis europaea sol.
Juniperus nana sol.

An den am meisten exponierten Stellen: *Betuletum corneoso — myrtillosum* (No. 484 — 27. VI. 1912.)

Sträucher.

Betula tortuosa cop.—soc.
Juniperus communis

Feldschicht:

Dryopteris Linnaeana cop.
Epilobium angustifolium sol.
Cornus mecica cop.
Vaccinium Myrtillus cop.
Vaccinium Vitis idaea sp.

Noch höher oben, unmittelbar unterhalb des oberen Randes des Talhanges, verschwinden die Birken. In den Erosionsrinnen mit Humus besteht die Pflanzendecke aus einem Antennarieto — Vaccinietum myrtillosum, bestehend aus: (No 483 — 27. VI. 1912)

Vaccinium Myrtillus sp., *Antennaria dioeca* copgr., *Luzula spicata* sp., *Polytrichum* sp.

An felsigen Stellen wächst: *Dryopteris Linnaeana* — solgr.

Noch weiter oben liegt in den Erosionsfurchen Schnee, an desen Rande Salix-Sträucher wachsen.

Der grössere Teil des Talhanges jedoch ist unterhalb seines oberen Randes felsig oder auch mit zahllosen Felsstücken bedeckt, hier wachsen: (No. 486 — 27. VI. 1912).

Vaccinietum Myrtilli

Rumex arifolius sol.,	Vaccinium Myrtillus cop. soc.
Empetrum nigrum copgr.	Calamagrostis sp.
Veratrum Lobelianum sol	Solidago Vingaurea lapponia sp.

Ein geschlossener Rasen fehlt und ist nur dort vorhanden, wo sich Humus abgelagert hat.

2. Ein Seitental.

1 km. unterhalb des Dorfes befindet sich die Mündung eines, in einem engen Tale fliessenden Baches. Nicht weit von der engen tiefen Mündung ist die Talsohle mit Wiesen und Gebüsch bedeckt, während die Talhänge, je noch den Standortsverhältnissen, mit Zwergstrauchheiden, Spalierheiden oder Buschassoziationen bekleidet sind.

a. Die Talsohle.

Der untergetauchte Strand ist nicht ausgeprägt. Das Desertum fluvii des trockenen Strandes besteht aus (No. 487—3. VII. 1912.)

Carex stans, Carex caespitosa, Equisetum boreale, Carex jun cella, Caltha palustris, Allium sibiricum, Angelica Archangelica Trockene Stellen der Talsohle mit Humusschicht nimmt ein Poeto—Festucetum herbosum ein: (No. 488—3. VII. 1912.

Poa pratensis soc.	Festuca rubra soc.
Hedysarum obscurum	Astragalus arcticus
Pedicularis verticillata	Senecio campestris

Ausserdem sind Saliceta verbreitet.

b. Das rechte Ufer des Baches.

Der Talhang auf dem rechten Ufer des Baches, nach S E gerichtet, ist mit Betuleta herbosa mit eingesprengten

Grasplätzen bedeckt, und in seinem oberen Teile herrschen Zwergstrauchheiden vor. Folgende Assozationsserie von unten hinauf zum Plateau gibt eine Vorstellung von der Verteilung der Assoiationen. Am Fusse des Talhanges kommen folgende Assoziationen vor:

α. Alchemilletum acutidentis Nr. 489—3. VII. 1912.

Festuca rubra vulgaris et barbata
Phleum alpinum sol.
Allium sibiricum solgr.
Polygonum viviparum cop.
Cerastium alpestre sol.
Ranunculus borealis cop.
Potentilla alpestris
Geranium silvaticum cop.
Alchemilla acutidens soc.
Alchemilla subcrenata
Trientalis europaea solgr.
Pirola minor solgr.
Pediculais verticillata sol.
Taraxacum lapponicum sol.

Stellenweise, wo *Alchemilla acutidens* nur cop. verbreitet ist, kommen vor:

Anthoxanthum odoratum sp.
Pedicularis verticillata spgr.
Climacium dendroides cop.
Thuidium recognitum cop.
Trientalis europaea sp.
Potentilla alpestris

β. Betuleto-Salicetum herbosum. Vaccinieto-Anthoxanthetum — in kleinen Stücken in Centrum kleinerer Rasenplätze, welche in den Gebüschen zerstreut sind. Alchemilletum acutidentis — ebenfalls innerhalb der Gebüsche auf Grasplätzen vorherrschend.

Wenig höher, den Talhang hinauf, beginnt ein dichtes Gebüsch mit nur kleinen eingestreuten Wiesenplätzen. Das Betuleto-Salicetum herbosum besteht hier aus: (No. 490 — 3. VII. 1912.)

Sträucher:

Betuleto tortuosa soc., 2 m. hoch
Salix glauca x phylicifolia
Salix nigricans x phylicifolia cop.
Salix phylicifolia
Sorbus glabrata sol-sp.

Feldschicht:

Milium effusum spgr.-copgr.
Equisetum pratensis
Veratrum Lobelianum
Calamagrostis
Poa pratensis
Luzula pilosa spgr.
Anthoxanthum odoratum spgr.
Rumex arifolium sp.
Stellaria nemorum solgr.
Aconitum septentrionale cop
Trollius europaeus
Festuca rubra barbata ad planifoliam
Filipendula Ulmaria
Geranium silvaticum
Geum rivale
Ranunculus borealis copgr.
Trollius europaeus
Trientalis europaea sp.
Vicia sepium
Cornus suecica sp.
Pirola natundifolia sp.
Melampyrum silvaticum laricetorum
Poa nemoralis

Auf Grasplätzen sind verbreitet Alchemilletum acutidensis — grössere Grasplätze; Geranietum silvatici — kleinere Grasplätze, bestehend aus: (No. 491—3. VII. 1912.)

Equisetum boreale	Geranium silvaticum soc.
Calamagrostis cop.	Filipendula Ulmaria
Ranunculus borealis copgr.	Alchemilla acutidens cop.
Allium sibiricum solgr.	Epilobium angustifolium cop.
Veratrum Lobelianum cop.	Myosotis alpestris sp.
Trollius europaeus cop.	

Vaccinietum Myrtilli — an den offensten Stellen bestehend aus: (No. 492—3. VII. 1912.)

Vaccinium Myrtillus soc.	Melampyrum pratense
Anthoxanthum odoratum cop.	Trientalis europaea
Dryopteris Linnaeana copgr.	

Alchemilleto—Anthoxanthetum: Uebergangsassociation zwischen dem Alchemilletum acutidentis und dem Anthoxanthetho-Vaccinietum Myrtilli. Vermerkt wurden folgende Arten: (No. 493—3. VII. 1912.)

Anthoxanthum odoratum soc.	Vaccinium Myrtillus sp.
Trollius europaeus cop.	Bartschia alpina solgr.
Ranunculus borealis cop.	Cirsium heterophyllum sol.
Geranium silvaticum cop.	Gnaphalium norvegium sp.
Alchemilla acutidens soc.	Myosotis alpestris sol.
Polygonum viviparum cop.	
Festuca ovina vulgaris	

Weiter oben beginnen Heideassociationen, nämlich Vaccinietum Myrtilli (No. 494—3. VII. 1912.)

Festuca ovina sp.	Vaccinium Myrtillus soc.
Anthoxanthum odoratum copgr.	Vaccinium uliginosum sp.
Trientalis europaea sp.	Solidago virgaurea sol.
Empetrum nigrum cop.	Melampyrum pratense sol.

Dazwischen die Association Betuleto — Salicetum herbosum (No. 495—3. VII. 1912.)

Betula nana sp.	Trollius europaeus sp.
Dryopteris Linnaeana spgr.	Ranunculus borealis sp.
Veratrum Lobelianum sp.	Geranium silvaticum sp.
Equisetum boreale sp.	Vaccinium Myrtillus cop.
Poa pratensis copgr.	Vicia sepium sol.
Anthoxanthum odoratum	

Die Pflanzendecke des Talhanges geht an dessen oberem Rande nicht unmittelbar in die das Plateau bedeckende Tundra über, sondern in eine Uebergangsassoiation zu dieser, ein Betuletum nanae bestehend aus: (Nr. 496—3. VII. 1912.)

Makroreliet: Saniter Hang zwischen Plateau und Talhang. Oberhalb: *Empetrum* — Tundra; unterhalb: Betuleto Salicetum herbosum.

Betula nana sol.	Vaccinium uliginosum sp.
Juniperus communis sol.	Salix lanata cop.

An sumpfigen Stellen, im Wasser, wächst: *Caltha palustris* sol.

Auf Torfhöckern die obenerwähnten Arten (ausgenommen *Juniperus communis)* sowie *Andromeda polifolia* sol., *Salix lanata.* Auf den allerhöchsten Torfhöckern: *Festuca ovina* sp., *Arctosta phylos alpina* copgr., *Loiseleuria procumbens* sol., *Ochrolechia tartarea var. thelephoroides.*

c. Das linke Ufer des Baches.

Die Vegetation des nach NW gerichteten Talhanges ist am linken Ufer verschieden, da hier Zwergstrauch- und Spalierheiden vorherrschen. Vom Flusse zum Plateau hinauf gesehen, kommen hier folgende Assoziationen vor

Das Betuletum nanae am Fusse des Talhanges besteht aus: (Nr. 497—3. VII. 1912.)

Betula nana soc.
Salix lanata cop.
Equisetum arvense alpestre copgr.
Veratrum Lobelianum sp.
Ranunculus borealis spgr.
Cornus suecica copgr.
Vaccinium Myrtillus sp.
Vaccinium uliginosum cop.
Myosotis alpestris solgr.
Pedicularis lapponica sol.
Empetrum nigrum soc.

Weiter oben folgt ein Empetretum nigri:

Boden: trockener Rohhumus auf Felsoden: Vermerkt wurden: (Nr. 498 – 3. VII. 1912.)

Equisetum arvense v. alpestre cop.
Salix lanata sp.
Polygonum viviparum sp.
Ledum palustre sol.
Empetrum nigrum soc.
Vaccinium uliginosum sop.
Vaccinium Vitis idaea cop.

An felsigen Stellen: Vaccinietum Vitis idaeae (Nr. 499—3. VII. 1912.)

Empetrum nigrum cop.
Vaccinium Vitis idaea sol.
Betula nana sp.
Festuca ovina sp.
Cornus suecica copgr.

Noch höher auf steinig-felsigem Boden ist ein, folgendermassen zusammengesetztes, Salicetum-reticulatae bemerkeuswert: (Nr. 500—3. VII. 1912.)

Salix lanata sp.
Salix hastata sp.
Betula nana cop.
Salix reticulata soc.
Draba hirta sol.
Diapensia lapponica sp.
Hedysarum obscurum sol.
Empetrum nigrum cop.
Vaccinium Vitis idaea cop.
Pedicularis lapponica sol.
Pedicularis sudetica sol.

Auf trockenem Humus tritt ein Vaccinietum mixtum reticulosum auf (No. 501—3. VII. 1912.)

Carex alpina sol.
Carex capillaris cop.
Festuca ovina sp.
Salix reticulata cop.
Vaccinium Vitis idaea cop.
Barhchia alpina solgr.
Valeriana capitata sp.
Pedicularis lapponica sol.

Betula nana cop.
Viola biflora cop.
Hedysarum obscurum sol.
Vaccionium uliginosum cop.
Pedicularis sudetica sol.
Saussurea alpina sol.

Noch höher, oben am oberen Rande des Talhanges werden diese Assoziationen durch ein Betuletum nanae myrtillosum von folgender Zusammensetzung abgelöst: (No. 502 — 3. VII. 1912.)

Festuca ovina
Be tula nana cop-soc.
Viola biflora sp.
Cornus suecica sp.
Vaccinium Myrtillus cop-soc.
Vaccinium uliginosum cop.
Empetrum nigrum soc. cop.
Arctostaphylos alpina copgr.
Pedicularis lapponica spgr.
Valeriana capitata cop-gr.
Saussurea alpina sp.

Noch weiter oben beginnt die Tundravegetation des Plateau.

3. Literatur.

Interessante Angaben inbetreff der Vegetation des linken Ufers des Ponoi verdanken wir Brotherus (1873 pag. 77).

IV. Das Plateau.

Eine eintönige Tundra bedeckt das Plateau in welches der Ponoi Fluss sein Cañonartiges Tal gesch itten hat. Eine dünne Moränendecke (Sand und Blöcke) bedeckt die wellenförmige Oberfläche des Plateaus, in welche hie und da das krystallinische Gestein hervortritt; in den Depressionen bilden sich Torfablagerungen; lehmige Böden sind selten, an den Wasserläufen ist eine mehr oder wenige dicke Schicht Humus vorhanden.

Die Uebersicht der Assoziationen, welcher hier in deutlicher Abhängigkeit von den Bodenverhältnissen und dem Relief des Plateaus auftreten, wollen wir am rechten Flussufer beginnen.

I. Das rechte Ufer des Flusses.

a) Die trockenen Böden.

Auf trockenem, sandigem und felsigem Boden, an ungeschützten den Winden ausgesetzten, Stellen, zieht sich die felsige Tundra hin, welche alle mehr erhöhten Stellen des Plateaus bedeckt und auch das Flusstal beiderseits begleitet. Diese Tundra ist ein offener Pflanzenverein, dessen Hauptvertreter folgende Arten sind: (Nr. 503 — 26. VI. 1912)

Festuca ovina supina cop. *)
Betula nana sol. **)
Salix lanata sol. **)
Rubus chamaemorus sp-sol.
Loiseleuria procumbens cop.
Arctostaphylos alpina copgr.
Empetrum nigrum copgr.
Vaccinium Myrtillus copgr.
Vaccinium uliginosum copgr.
Diapensia lapponica
Juncus trifidus
Luzula spicata

*) Auch an fast vollständig vegetationslosen Stellen
**) An tiefer gelegenen Stellen.

Bodenschicht reich entwickelt:

Cladonia silvatica.	Cladonia coccifera
Cetraria islandica maculata;	Ochorolechia tartarea telephoroides.
Cetraria nivalis	
Cladonia gracilis felongata	Cetraria cucullata
Alectoria nigrians	
Cetraria islandica	
Ceratodon purpureus	

Auf Rohhumus, welcher sich an geschützten Stellen und in kleinen Bodenvertiefungen ablagert, entwickelt sich ein dichter Rasen aus Zwerg- und Spalierstäuchern. Zwei Assoziationen sind hier tonangebend, nämlich das Vaccinietum Myrtilli ericinosum (No. 504 — 28. VI. 1912.)

Salix solgr.	Vaccinium Myrtillus soc.
Veratrum Lobelianum sol.	Empetrum nigrum cop.
Lycopodium alpinum copgr.	

Empetretum nigri (Nr. 505 — 26. VI. 1912.)

Carex alpina	Vaccinium uliginosum copgr.
Salix lanata solgr.	Ledum palustre sp.
Salix sp.	Empetrum nigrum soc.
Betula nana cop.	Arctostaphylos alpina cop.
Festuca ovina sp.	Diapensia lapponica copgr.
Hierochloa odorata sol.	Vaccinium Vitis idaea cop.
Cornus suecica cop.	Andromeda polifolia sp.
Pinguicula alpina cop.	Phyllodoce taxifolia sp.
Oxytropis sordida sp.	

Unter den Betula nana sträuchern treten vereinzelt *Sphagnum* Flecken auf.

b. Die feuchten Böden.

An niedrigenen, feuchteren, ja fast sumpfigen Stellen, tritt das Betuletum nanae auf, welches auf dem Plateau grosse Flächen bedecken kann. Es bildet einen Uebergang von den trockenen Rohhumusböden des Vaccinietum Myrtilli und des Empetretum nigri zu den Tundramooren.

Die floristische Zusammensetzung des Betuletum nanae lässt sich aus folgenden Listen ersehen: Betuletum nanae ericinosum (Nr. 506 — 29. VI. 1912.):

Salix lanata sp.	Ledum palustre sol.
Betula nana soc. (O. 5 m. hoch)	Empetrum nigrum cop.
Calamagrostis sp.—copgr.	Vaccinium Myrtillus copgr.
Cornus suecica copgr.	Pedicularis lapponica copgr.
Betula tortuosa sol. 1,5 m. hoch	

Bodenschicht: *Nephroma arctica, Cladonia gracilis v. elongata.*

An feuchteren Stellen: *Rubus chamaemorus.*

Betuletum nanae ericinosum (Nr. 507—30. VI 1912.):

Betula nana soc.	Pedicularis lapponica sp.
Vaccinium Myrtillus soc.	Ledum palustre sol.

Lycopodium annotinum spgr.
Dryopteris Linnaeana spgr.
Salix lanata spgr.
Cornus suecica copgr.
Vaccinium Vitis idaea cop.
Phyllodoce taxifolia sp.

Sphagnum sol. gr., fleckenweise.

Boden: Torf auf felsigem Untergrunde

Betuletum na-nae ericinosum. Boden: feuchter Torf (Nr. 508 — 30. VI. —1912.)

Salix lanata sp.
Betula nana soc. (0. 5 m. hoch).
Festuca ovina sp.
Rubus chamaemorus sp.
Vaccinium uliginosum cop.
Empetrum nigrum cop.

Betuletum nanae ericinosum. Trockener felsiger Bode. (No. 509 — VI. 1912.)

Calamagrostis sp.
Carex brunnescens sp.
Betula nana soc. (0, 1 m. hoch)
Cladonia rangiferina
Vaccinium uliginosum soc.
Vaccinium Vitis idaea cop.
Empetrum nigrum cop.

Dieses niedrige Betuletum nanae bildet einen Uebergang vom hohen Betuletum nanae (0,2 — 0,5 m. Höhe) auf feuchtem Boden, zur trockenen Tundra. Das Betuletum nanae von No. 508 geht unmittelbar in einen Moorkomplex über, in welchem eine Assoziation aus *Empetrum* und *Rubus chamaemorus* dominiert. (Nr. 510 — 30. VI. 1912.)

Mikrorelief: Feldschicht: Torfhöcker.

Empetrum nigrum soc.
Calamagrostis cop.
Rubus chamaemorus soc-copgr.
Vaccinium Vitis idaea cop.
Ledum palustre cop.

Bodenschicht: *Ochrolechia tartarea var thelephoroides*

In den Vertiefungen zwischen den Höckern wachsen *Betula nana, Vaccinium uliginosum, Pedicularis lapponica, Cetraria cucullata, Cladonia rangiferina, Cetraria islandica* f. *maculata, Cladonia silvatica.*

Auch ein Betuletum nanae empetrosum ist hier recht verbreitet (Nr. 511 — 1. VII. 1912.)

Makrorelief: eben

Mikrorelief: Torflöcker.

Boden: Torf.

Feldschicht:

Betula nana cop.
Rubus chamaemorus cop.
Empetrum nigrum soc.
Eriophorum vaginatum sp.
Ledum palustre sp.
Vaccinium Vitis idaea
Andromeda polifolia sp.

Bodenschicht: *Ochrolechia tartarea* var *thelephoroides.*

2. Das linke Ufer des Ponoi.

Auf dem linken Ufer des Ponoi trägt die Pflanzenwelt des Plateaus dieselben Züge wie auf dem rechten, nur sind die Moore hier mehr verbreitet und es tritt die Torfhügeltundra hinzu, welche besonders gut am Fusspfade zwischen dem Dorfe Ponoi und dem Orlow Leuchtturme, ausgeprägt ist.

a. Die Moorkomplexe.

Die grossen Depressionen des Plateaus sind mit Mooren bedeckt in den niedrigsten und nassesten Stallen sind Cariceta und Eriophoreta angustifoliae am meisten verbreitet. Erstere Assoziation besteht aus folsgenden Arten: (No. 512 — 30. VI. 1912.) *Eriophorium angustifolium sol., Eriophorium russeolum sol., Carex stans soc.*

Sphagnum wenig, stellenweise. Sehr nass, viel Wasser.

Diese zwei Associationen wechseln mit Sphagneta ab, und bilden so die grossen, auf dem Plateau weit verbreiteten Moorkomplexe. Ihre Grösse ist recht verschieden, die Zusammensetzung recht einförmig. Folgende Associationskomplexe wurden auf dem Plateau in der Nähe des Dorfes Ponoi aufgenommen:

Komplex I.

Empetretum nigri chamaemoroso — lichenosum. Auf grossen, bis zu 1 m, Durchmesser zählenden Torfhöckern (No. 513 — 30. VI. 1912).

Feldschicht:

Eriophorum vaginatum sp.
Carex saxatilis sol-sp.
Betula nana sp.
Rubus chamaemorus sp-cop.
Andromeda polifolia sp.
Carex rariflora cop. x
*) stellenweise.
Vaccinium uliginosum cop.
Ledum palustre copgr.
Vaccinium Vitis idaea spgr.
Vaccinium uliginosum cop.
Empetrum nigrum soc.

Bodenschicht:

Ochrolechia tatarea var thelephoroides, Sphaerophorus globosus.

Vaccinietum vitis idaeæ caricosum. (No. 514 — 30. VI. 1912.)

Feldschicht:

Carex globularis soc.
Carex rariflora cop.
Ledum palustre cop
Betula nana sol.
Vaccinium Vitis idaea cop.
Rubus chamaemorus sp.
Equisetum arvense v. alpestre sol.

Bodenschicht.

Hypnum Schreberi, Hylocomium roliferum, Ochrolechia tartarea v. thelephoroides.

Betuletum nanae. In den Vertiefungen zwischen den Höckern, stellenweise. (No. 515 — 30. VI. 1912.)

Betula nana soc.	Ledum palustre sp.
Salix glauca x phylicifolia sp.	Pedicularis lapponica sp.
Carex rariflora sp.	Andromeda polifolia sp.

In den Vertiefungen zwischen den Höckern (No. 515 a — 30. VI. 1912.)

Eriophorum angustifolium sp., Carex rariflora sp., Equisetum arvense alpestre sp., Salix glauca x phylicifolia sol.

Komplex II.

Auf dem Plateau, östlich von Komplex I.

Assoziationen:

Caricetum irriguae in den tiefsten Depressionen (No. 516 — 1. VII. 1912). *Carex irrigua soc., Salix glauca x phylicifolia sol., Sphagnum* — stellenweise. Sehr nass, Wasser an der Oberfläche.

Eriophoretum angustifoliae an Standorten, wie No. 516.

Betuletum nanae chamaemorosum neben No. 516, aber 1. m. höher gelegen.

Mikrorelief: kleine mit *Ochrolechia tartarea* überwachsene Torfböcker. (No. 517 — 1. VII. 1912.):

Betula nana soc.	Cornus suecica sol.
Rubus chamaemorus cop.	Ledum palustre cop.
Andromeda polifolia sp.	

Bodenschicht: *Sphagnum, Camptothecium nitens*

Rubetum chamaemori

Mikrolief: eben

Boden: trockener Torf (No. 518 — 1. VII. 1912.)

Betula nana cop.	Vaccinium Myrtillus cop.
Rubus chamaemorus soc.	Rubus arcticus sp.
Salix lanata sp.	

Komplex III.

Depression auf dem Plateau, ca 5 km. vom Dorfe, am Pfade zum Orlow Leuchtturm.

Associationen:

Betuletum nanae chamaemorosum (No. 519—1. VII. 1912); Mikrorelief eben.

Carex stans	Betula nana soc.
Eriophorum vaginatum sp.	Vaccinium uliginosum cop.
Equisetum boreale	Rubus chamaemorus cop.
Salix lanata sp.	
Sphagnum — Flecken.	

Caricetum irriguae an den tiefsten und nässesten Stellen.

Rubetum chamaemori am Rande eines Moores, am Fuss einer Erhöhung des Makroreliefs. (No. 520—5. VII. 1912.).

Makorelief: zum Moore geneigte Fläche:

Mikrorelief: Torfhöcker, z. T. auch kleine Torfhügel. Nur auf den Torfhügeln ist die Assoziation verbreitet.

Betula nana cop., Rubus chamaemorus soc., Vaccinium Vitis idaea cop.

Bodenschicht: *Dicranum elongatum soc., Polytrichum strictum soc., Ochrolechia tartarea v. thelephoroides, Spaerophorus globosus, Cladonia uncinata, Cladonia coccifera.*

Die Absterbenden Moose werden von einer Flechtenkruste überwachsen. Unzersetztes *Sphagnum* ist unter der *Dicranum* Schicht zu sehen.

Rubetum chamaemori (No. 521 — 5. VII. 1912.).

An der Basis der Torfhügel und Torfhöcker und zwischen diesen bestehend aus:

Betula nana cop.	Vaccinium uliginorum cop.
Eriophorum vaginatum sp.	Rubus chamaemorus cop. soc.
Salix lanata sp.	Pedicularis lapponica sp.
Andromeda polifolia sp.	Empetrum nigrum cop.

Dicranum elongatum, Sphagnum spec., Ochrolechia tartarea var thelephoroides, Cladonia coccifera, Cladonia rangiferina, Sphaerophorus globosus.

Betuletum nanae am Rande der Depresion, wo die sandige felsige Tundra beginnt (No. 522 — 5. VII. 1912.):

Betula nana cop.	Trollius europaeus sol.
Salix lanata	Cornus suecica cop.
Veratrum Lobelianum sol.	Vaccinium Myrtillus sol.

Komplex IV.

Depression auf dem Plateau am Rande des Flusstales.

Assoziationen:

Caricetum stantis chamaemorosum: (No. 523 — 5. VII. — 1912.)

Torf 25 — 30 cm. mächtig.

Carex stans soc.
Eriophorum vaginatum cop.
Salix lanata sp.
Rubus chamaemorus cop.
Andromeda polifolia copgr.
Pedicularis lapponica spgr.

Sphagnum — Flecken.

Empetretum nigri chamaemorosum. (No. 524 — 5 VII — 1912.).

Auf Torfhöckern, inmitten der Assoziation No. 523.

Equisetum boreale sp.
Betula nana sp.
Aira caespitosa sol. gr.
Rubus chamaemorus cop.
Empetrum nigrum soc.
Vaccinium uliginosum cop.
Andromeda polifolia

b. Die Seen.

Häufing sind inmitten der Moore kleinere Seen eingestreut, mit sumpfigen Ufern und überaus armer Vegetation, was höhere Pflanzen anbelangt. So wachsen z. B. in einem, am Wege zum Orlow Leuchtturm gelegenem See, im Wasser am Ufer, nur Carex aquatilis sp. Ein Moorkomplex umgibt von allen Seiten den See, vorherrschend ist hier ein Sphagnetum empetroso — chamaemorosum, bestehend aus. (No 525 — 5 — 1912.).

Betula nana cop.
Eriophorum vaginatum sol.
Carex irrigua cop.
Sphagnum soc.
Empetrum nigrum soc.
Vaccinium uliginosum soc.

In kleinerem Seen und Waserflächen ist *Ranunculus Pallasii* überaus häufig.

c. Die trockene Tundra.

Die floristiche Zusammensetzung der trockenen offenen, sandig — felsigen Tundra stimmt mit derjenigen auf den rechten Flaussufer überein.

In grosser Menge wurde hier Anfang August 1913 *Aira alpina* gefunden.

In der nächsten Nähe des Flusstales wurde eine trockene Tundra von folgender floristischer Zusammensetzung vermerkt (No. 526 — 3 — VII — 1912.):

Boden: grober Moränensand mit Steinen, stellenweise eine nur wenige cm. dicke Rohhumusschicht.

Equisetum arvense var. alpestre sol.
Carex rigida sp.
Festuca ovina copgr.
Juncus trifidus cop.
Luzula arcuata
Diapensia lapponica sol. sp.
Ledum palustre spgr.
Vaccinium uliginosum cop.
Vaccinium Vitis idaea sp. cop.
Loiseleuria procumbens cop.

Luzula spicata
Salix lanata spgr.
Betula nana cop.
Cerastium alpestre
Pedicularis vulgaris sp.
Empetrum nigrum cop.
Pedicularis lapponica sp.—spgr.
Oxytropis sordida
Arctostaphylos alpina—copgr.
Aira alpina

In Vertiefungen, in welchen der Rohhumus dicker ist, wachsen (Nr. 527—3. VII. 1912). *Salix lanata cop., Vaccinium uliginosum cop. gr., Calamagrostis cop., Bartschia alpina sol., Trientalis europaea sp.*

Bei noch grösserer Mächtigkeit des Rohhumus tritt ein Betuletum nanae von 3 m. Höhe auf, bestehend aus: (Nr. 528—5. VII. 1912.).

Betula nana soc.
Juniperus nana sol.
Calamagrostis spgr.
Rubus arcticus cop.
Cornus suecica sp.
Vaccinium Vitis idaea cop.
Empetrum nigrum cop.

An den am meisten exponierten Stellen' mit felsigem oder grobsandigem Boden, wo jeglicher Rasen fehlt, besteht die kümmerliche Vegetation aus: *Juncus trifidus, Oxytropis sordida, Luzula sudetica, Luzula confusa, Luzula spicata, Loiseleuria procumbens, Diapensia lapponica, Vaccinium Vitis idaea, Empetrum nigrum,* deren basale Stammteile, Wurzeln und Aeste mit *Ochrolechia tartarea var. thelephoroides* überwachsen sind.

Häufig ist auf dieser trockenen Tundra das Mikrorelief höckerig. Es sind kleine Erhebungen des Bodens, an niedrige Torfhöcker erinnernd, aber aus grobem Moränensand bestehend, und mit Krustenflechten überwachsen. Am Fusspfade zwischen Ponoi und Orlow sind sie charakteristisch ausgeprägt; ihre Höhe beträgt hier ca. 10 cm. Sie sind mit einer 0.5—1 cm. dicken Rohhumusschicht bedeckt.

Makrorelief: sanft geneigte Ebene. Die Vegetation besteht aus: (Nr. 529 — 10. VIII. 1913.).

Luzula arcuata sol.
Juncus trifidus sol.
Luzula spicata sol.
Ochrolechia tartarea var. thelephoroides soc.
Cladonia coccifera sp. cop.
Cladonia uncinalis
Vaccinium Vitis idaea sol.
Loiseleuria procumbens sol.
Empetrum nigrum sp.

Zwischen den Höckern liegt vegetationsloser grober Sand.

Hie und da sieht man auf dem Plateau grosse Fichtenmatten. Ursprünglich war wohl die Fichte weiter verbreitet, ist aber infolge beständingen Abholzens in der nächsten Umgebung des Dorfes verschwunden und nur noch in der Tundra anzutreffen, und zwar meist in vereinzelten Exemplaren. Eine Gruppe Mat-

tenfichten wurde östlich vom Dorfe auf dem Plateau beobachtet, inmitten eines, aus folgenden Arten bestehenden Rasens. (Nr. 530 — 5. VII. 1913.).

Equisetum boreale sp.
Betula nana cop.
Trientalis europaea sol.
Ledum palustre copgr.
Empetrum nidrum soc.
Vaccinium Myrtillus cop.
Arctostophylos alpina colgr.

Boden: dünne Schicht Rohhumus mit felsigem und sandigem Untergrund.

Lehmtundra ist äusserst selten. Kleine Flächen mit einer solchen kann man am Wege nach dem Orlow-Leuchtturm beobachten, mit *Salix herbacea cop.*

d. Die Wasserläufe.

Die auf dem Plateau fliessenden Bäche werden von einem Weidengebüsch und Niedermoore begleitet' wie es z. B. bei einem Bach zwischen dem Dorfe und dem Assoziationskomplex III (Seite 193) der Fall ist. Das Ufer des Baches umsäumt ein Salicetum herbosum von folgender Zusammensetzung: (Nr. 531 — 5. VII. 1912.).

Makrorelief: eben.

Mikrorelief: eben.

Boden: trocker Humus.

Sträucher: *Salix*, verschiedene Arten, soc.. *Betula tortuosa* sol. — strauchförmig.

Feldschicht:

Calamagrostis spgr.
Luzula multiflora
Equisetum boreale
Aspidium spinulosum
Veratrum Lobelianum cop.
Betula nana sol.
Rumex arifolius solgr.
Anthoxanthum odoratum cop.
Ranunculus borealis sp.
Trollius europaeus solgr.
Aconitum septentrionale sp.
Geranium silvaticum
Cornus suecica
Gnaphalium norvegiem
Pedicularis verticillata sol.
Melampyrum pratense
Taraxacum lapponicum.

Au sumpfigen Stellen inmitten des Salicetums wachsen:

Allium sibiricum
Pinguicula vulgaris
Bartschia alpina.
Caltha palustris

Am Rande der Einsenkung, in welcher der Bach fliesst, und wo der trockene Tundraboden beginnt, zieht sich ein Salicetо—Betuletum nanae hin, von folgender floristischer Zusammensetzung:

(Nr. 532 — 5. VII. 1912.).

Dryopteris Linnaeana
Luzula multiflora sp.
Betula nana cop. — soc.
Rubus arcticus sp. cop.
Trientalis europaea sol. sp.
Vaccinium Myrtillus solgr.

Juniperus nana sol.
Salix lanata cop.
Veratrum Lobelianum sp.
Cornus suecica sop.
Melampyrum silvaticum spgr.

In Erweiterungen der Bachrinne bedeckt das Gebüsch und die Wiesenvegetation auch nach Süden gerichtete Abhänge. Ihre Vegetation erinnert in letzterem Falle sehr an die Vegetation alpiner Matten.

Andere Bäche, welche sich auf dem Plateau noch keine Rinne gegraben haben, fliessen zwischen Sphagnumooren mit *Betula nana, Rubus chamaemorus* u. a. Pflanzen dahin, mit *Ochrolechia tartarea thelephoroides* auf den höchsten Torfhöckern. Ihre Ufer sind mit Saliceta und Cariceta bewachsen.

Sparganium hyperboreum und *Hippuris vulgaris* fand Montell (Herb. Hels) an versumpften Stellen.

V. Zwischen dem Dorfe und dem Meere.

1. Allgemeine Uebersicht.

In der Richtung zur Mündung, werden die die Talhänge des Ponoi niedriger. Auf dem rechten Ufer dominiert die Zwergstrauch — und Spalierheide, auf den Rücken zwischen den Erosionsfurchen sind es Flechtenheiden, während das linke Flussufer nach wie vor mit Weiden und Birkengebüsch bekleidet ist und ihre Menge zur Meere zu. allmählich abnimmt.

2. Lachta.

a. der Talhang.

8 Kilometer unterhalb des Dorfes bildet der Ponoi-Fluss auf dem rechten Ufer eine Ausbuchtung in welcher ein Bach mündet. Hier stehen einige Häuser, welche zeitweilig während des Lachs—und Seehundfanges bewohnt werden, und welche den Namen Lachta[1]) tragen. Die steilen Ufer des Flusses sind mit Weiden und Birkengenbüsch bedeckt' mit Beimischung von *Sorbus glabrata*, während an geschützteren Stellen Wiesen häufig sind. Die Erhebungen und exponierte Lokalitäten auf dem Talhange sind mit einer Zwergstrauchheide bedeckt, deren floristische Zusammensetzung durch folgende zwei Listen dargestellt wird.

Vaccinietum Myrtilli (Nr. 533 — 2. VII. 1912.)

Juniperus communis sol.
Anthoxanthum odoratum sol.
Salix lanata sp.
Betula tortuosa sol.
Ranunculus borealis sp.
Trollius europaeus sp.
Hylocomium proliferum.
Astragalus arcticus solgr.
Oxytropis sordida sol.
Geranium silvatium sp.
Vaccinium Myrtillus sol.
Viola biflora spgr.

[1]) Lachta bedeutet auf finnisch Bucht.

Arctostaphyletum alpinae. Nr. 535—2. VII. 1912.

Equisetum boreale sol., Arctostaphylos alpina cop., Ledum palustre cop., Vaccinium uliginosum sol.

b. Das Plateau.

Oben erstreckt sich das wellige, mit Zwergstrauch und Spalierheiden, sowie weiter vom Flusstule, mit Mooren bedeckte Plateau.

Die höchsten Partien mit sandigem Boden bedeckt ein Empetretum nigri, bestehend aus: (Nr. 535—2. VII. 1912.).

Salix lanata sp.
Betula nana cop.
Oxytropis sordida sp.
Ledum palustre cop.
Arctostaphylos alpina cop.
Ochorolechia tartarea var thelephoroides.
Vaccinium uliginosum cop.
Empetrum nigrum soc.
Pedicularis lapponica spgr.
Pedicularis verticillata sol.

Das Vaccinietum Myrtilli nimmt niedrigere Lokalitäten ein. Es besteht aus: (No. 536 — 2 — VII — 1912.).

Equisetum boreale sp.
Lycopodium annotinum sp.
Betula nana sp.
Trollius europaeus sp.
Rubus arcticus sol.
Calamagrostis sp.
Trientalis europaea sp.
Cornus suecica cop.
Epilobium angustifolium sol.
Vaccinium Vitis idaea sp.
Vaccinium Myrtillus soc.
Solidago virgaurea lapponica sol.

Betula tortuosa Sträucher sol — sp.

c. Das Tal des Baches.

Der bei Lachta in den Ponoi mündende Bach fliesst in einem engen Tale mit steilen Talhängen dahin, welche mit Zwergstrauchheiden und niedrigem Birkengebüsch bedeckt sind. Hie und da, am Fusse des Talhanges, tritt Lehm zu Tage, mit einer recht reichhaltigen Pflanzendecke, wie z. B. einem Alchemilletum acutidentis von folgender floristischer Zusammensetzung: (No. 537 — 2 — VII — 1912.).

Equisetum boreale
Poa alpina
Anthoxanthum odoratum
Veratrum Lobelianum cop.
Viola epipsila sp.
Sorbus glabrata sol.
Camptothecium nitens:
Viola biflora cop.
Rubus arcticus sol.
Geranium silvaticum sol.
Alchemilla acutidens soc.
Draba hirta sol.

Höher den Talhang hinauf erscheinen:

Trolius europaeus copgr., Salix lanata, Vacinium Myrtillus cop., Betula tortuosa, Viola biflora copgr.

Ein Poetum pratensis wurde auf Alluvialboden an den Mündung des Boches vermerkt; hier wuchsen (No. 538 — 2 — VII — 1912.).

Poa pratensis cop.-soc.
Ranunculus borealis spgr.-sp.
Polygonum viviparum cop.
Equisetum boreale sol.
Trollius europaeus sol.-sp.
Veratrum Lobelianum sol.
Hierochloa odorata sol.
Astragalus arcticus solgr.
Alchemilla acutidens cop.
Pedicularis lapponica solgr.
Taraxacum lapponicum sp.
Solidago virguea lapponica sol.
Tanacetum vulgare spgr.

Am Rande des Baches wächst *Caltha palustris* cop., im Wasser kommt ein Caricetum acutae (No. 539 — 2 — VII — 1912) vor. In der Ungebung von Lachta wachsen auch einige Pflanzen, welche salzigem Bvden eigen sind, wie z. B. *Juncus arcticus*, von mir am Ponoi Fluss gesammelt, *Haloscias scoticum* (leg. Schrenck). Ferner hat hier Schrenck *Sagina Linnaei* gefunden.

3. Die Mündung des Ponoi.

Die Mündung des Ponoi ins Weisse Meer ist von hohen felsigen Ufern umgeben, welche mit Flechten einen Tundra bedeckt sind, und an deren Abhängen hie und da grüne Matten sowie im Sommer nicht schwindente Schneeflecken zu sehen sind.

Eine Reihe Felseneilande liegen bei der Mündung des Flusses, und auf einem von ihnen ist ein Blockhaus gebaut, zur Aufnahme der Reisenden, welche die hier haltenden Postdampfer erwarten. Die Vegetation ist hier sehr spärlich und stark zertreten Der Boden ist überall nackter Fels, hie und da hat sich in den Spalten und Vertiefungen eine Schicht Rohhumus abgelagert.

Am 26. VII — 1912 wurden hier folgende eben erst ergrünende Pflanzen gezält.: *Allium sibiricum, Rhodiola rosea, Carex rigida, Rubus chamaemorus, Empetrum nigrum, Cochlearia arctica. Atropis retroflexa* sammelte Montell an der Mündung des Ponoi.

C. Die Meeresküste nördlich von Ponoi.

I. Tri Ostrowa.

15 km. nördlich von der Mündung des Ponoi liegt an der Küste die Gruppe der Tri Ostrowa (3 Inseln) Inseln, welche als Hafenplatz für die Fischereiboote dient und welche, wie das Festland, aus krystallischem Gestein aufgebaut sind. Sie sind, angefangen mit Böthlingk und Schrenck bis in die Neuzeit hinein von vielen Lapplandforschern besucht worden und daher ist die Flora in ihrer Umgegend verhältnismässig gut erforscht, insbesonder, wachsen hier viele Vertreter der östlichen Flora. Siehe auch Brotherus (1873 pag. 81).

Sträucher fehlen hier vollständing, da die Gegend zu sehr den Winden ausgesetzt ist; Pflanzen wie *Aira alpina* und *Cineraria campestris* entwickeln sich nicht in normaler Weise Kihlman (1890 pag. 15) hat hier einen über 1 m. Birkenstrauch in offener Lage gesehen.

II. Der Leuchtturm von Orlow.

Auf einem, 10 km. nordlich von Tri Ostrowa ins Meer hinausragenden Vorgebirge steht der Orlow Leuchtturm, welcher nach der von der Hydrographischen Verwaltung herausgegebenen Karte (Nr. 1176, 1913) auf 670° 11' 554" nördlicher Breite und 410° 19' 15" östl. Länge liegt. Die Gegend ist im Jahre 1889 von Kihlman (1890) untersucht worden.

Die Umgegend des Leuchtturmes stellt ein Plateau dar, welches mit Tundra Assoziationen bedeckt ist und eine abs Höhe von ca. 120 m. erreicht.

Der Boden ist geblich grauer Lehm mit krystalinischem Sandstein und kleinen Steinen. welcher mit einer dünen Schicht Humus bedeckt ist. Nur an den höchsten Stellen, sowie an der Küste tritt das krystallinische Gestein an die Oberfläche. Kleine seichte Seen liegen auf dem Plateau zerstreut umher.

Ueber die Vegetationsverhältnisse finden wir Angaben bei Brotherus.

Auf trockenem, lehmigen und felsigen Boden ist nach Kihlman *Lecanora tartarea* eine der gemeinsten Pflanzen, welche alles mit einer Kruste überzieht. Charakteristisch sind hier die arktischen Arten, wie *Dryas octopetala, Saxifraga aizoides aurantia.* (Kihlman, Herb. Petrop.).

Vertiefungen wo der Schnee länge liegen bleibt sind mit Zwergstrauchheiden und *Carices* bedeckt

Hie und da, trotz der exponierten Lage, wächst in der Nähe des Leuchtturmes die Mattenfichte, sich kaum über dem Flechtenteppich hinaus erhebend. Nach Kihlman erreicht die die Birke hier ein Alter von 50 — 60 Jahren, bei einer Länge des Stammes von 2 Meter und Stammdurchmeser von 4 cm. In den Bachtälern kommen baumförmige Birken vor, unter welchen in Menge Kräuter wie *Aconitum, Ligularia. Archangelica, Veratrum* wachsen. Jm Tale des Gubnoi Baches, SW von Orlow wurde von Kihlman auf einem felsigen Abhange eine 1. 1 hohe und 9 cm. dicke Birke gemssen.

Ausser der Birke und Fichte wächst bei Orlow *Juniperus.* Kihlman fand hier einen 400 Jahre alten Strauch von 10—12 cm. Stammesdurchmesser, ein anderer Stamm zählte sogar 544 Jahresringe. Auch kann man hier mehrere Meter im Durchmesser zählen de Wachholdermatten sehen.

Der arktische Charakter der Gegend wird nach Kihlman durch die Anwesenheit von Sträuchern wie *Ribes rubrum, Sorbus*

Cototoneaster, Salix vagans v. cinerascens. Lonicera coerulea, Rosa cinnamomea, Populus tremula, (Herb. Hels), gemildert, welche alle an Stellen wachsen, die im Winter mit einer dicken, im Sommer aber rasch wegtauenden Schicht Schnee bedeckt sind.

Nach Kihlman hat die Tundra an der Ostküste der Halbinsel Kola eine grosse Aehnlichkeit mit dem Lujavr Urt und dem Umptek Gebirge, sowohl hinsichtlich der Orographie, als auch hinsichtlich der Flora.

III. Die grosse Tundra.

Von Orlov sindes 20 km. auf dem Plateu bis zum Dorfe Ponoi Brotherus (1873 pag. 79) zählt längs des Fusspfades zwischen disen Punkten u. a. folgende Pflanzen auf:

Am Rande des Pfades: *Dicranum molle Wils, Hypnum callichroum.* Auf einem *Sphagnummoore,* vorzugsweise mit *Sphagnum intermedium* β. *riparium* bewachsen — *Ranunculus Pallasii, Eriophorum angustifolium, Rubus chamaemorus.* Näher zum Ufer des Meeres (N vom Dorfe) liegen auf der Tundra eine Reihe Wasserbecken, an deren Ufern *Carex aquatilis, Eriophorum russeolum, Arctophila fulva var. lapponica* wachsen.

Im Wasser kommt in grösserer Menge *Ranunculus Pallasii* vor. *Cassiope hypnoides* sammelte Brotherus (Herb. Hels).

IV. Katschkowka.

50 km. nördlich von Ponoi befindet sich die Mündung des Katschkowka Baches.

Dem von Brotherus, Schrenck u. a. gesammelten Herbar Material zufolge stellt die Pflanzendecke hier eine Mischung von arktischen und subarktischen Elementen dar, in nicht geringer Anzahl sind hier auch östliche Pflanzen verbreitet. Im Tale des Flusses wächts die Birke. Brotherus hat hier *Valeriana capitata, Hedysarum obscurum, Ligularia sibirica,* Kihlman— *Rubus arcticus* x *saxatilis* gesammelt (Herb. Petr.), während in der feuchten Tundra von Schrenck *Selaginella spinulosa* gefunden worden ist.

V. Svjatoi Noss und Jokansk.

Das Vorgebirge Swjatoi Noss ist in botanischer Hinsicht sehr wenig erforscht. Einige Pflanzen, von verschiedenen Forschern gesammelt, finden wir in den Herbarien.

Nylander sammelte (Herb. Hels.) *Antennaria dioica, Cochlearia arctica, Gnaphalium norvegicum, Hierochloa alpina, Rumex arifolius, Calamagrostis neglecta, Stellaria humifusa, Carex stans, Sagina saxatilis, Geranium silvaticum, Montia fontana, Myosotis suaveolens, Silene acaulis, Phippsia algida, Polygonum Bistorta, Carex parallela, Ranunculus acris pumilus, Festuca ovina*

Fellman sammelte (Herb. Hels.) *Caltha palustris, Carex rigida, Stellaria fennica Astragalus oroboides, Poa arctica.*

Enwald und Knabe sammelten (Herb. Hels.) *Chrysanthemum arcticum, Hippuris tetraphylla, Carex norvegica, Castilleja pallida.*

Kihlman sammelte (Herb. Hels.): *Parnassia palustris f. tenuis, Ranunculus hyperboreus, Conioselinum tataricum, Rhodiola rosea, Plantago borealis, Myriophyllum verticillatum.* Brotherus — *Melandryum affine* (*Dolgaja* gub abeim Swjatoi Noss). Brenner fand (Herb. Hels.): *Galium trifidum* bei Lumbowski. In der Bucht von Jokanga liegt an der Mündung des gleichnamigen Flusses das Dorf Jokanga (Jokansk) Hier sind folgende Pfanzen gefunden worden:

Nylander (Herb. Hels.) *Vahlodea atropurpurea, Arctagrostis latifolia, Phalaris arundinacea, Phippsia algida, Solidago Virgaurea, Senecio nemorensis, Poa annua, Poa pratensis, Pleurogyne rotata, Carex salina, Caltha palustris, Carex stans, Phleum alpinum, Carex flavicans x rigida, C. flavicans, Hedysarum obscurum.*

Fellman (Herb. Hels.): *Athyrium alpestre.*

Enwald und Knabe (Herb. Hels.): *Carex norvegica, Arctostaphylos alpina, Saxifraga stellaris, Epilobium palustre lapponicum, Salix rotundifolia, Saxifraga rivularis.*

Brenner (Herb. Hels): *Stellaria alpestris* und Gadd (Herb. Hels.) *Carex irrigua.*

D. Die Meeresküste südlich vom Ponoi Fluss bis Sosnowez.

I. Kusmin.

Südlich von der Mündung des Ponoi ändert sich das Aussehen der Meeresküste merklich. Die Felsen sind hier von einer Moränendecke bedeckt, welche einen steilen, ca. 15—20 m. hohen Uferabsturz bildet. Nur an dessen Basis tritt das krystallinische Gestein zum Vorschein und bildet nicht selten weit ins Meer hinaus ragende Klippen und Riffe.

In einer Entfernung von 3—4 km. vom Meere, erheben sich 10 km. südlich von der Mündung das Ponoi eine Reihe Anhöhen, welche den Namen Kusminer Hügel tragen. Das Meerufer ist hier mit niedrigen Felsen bedeckt, ein Strand fehlt, nur in den Spalten, wo sich Humus angesammelt hat, ist Vegetation sichtbar. Kleine Rasenstücke auf den Felsen bestehen hier aus folgenden Pflanzen (No. 540 — 11 — VIII 1913.)

a. Potentilletum anserinae

Festuca rubra barbata cop.	Potentilla anserina soc.
Poa pratensis	Triglochin maritimum
Luzula Wahlenbergii	Trisetum subspicatum
Rhodiola rosea agpr.	Conioselinum tataricum.

b. Caricetum glareosae

Carex glareosa cop-soc.	Stellaria humifusa.
Glyceria pulvinata	Parnassia palustris copgr.
Agrostis stolonifera maritima	Chrysanthemum arcticum sol.
Rubus chamaemorus-stellweise.	

In beiden Assoziationen:

Aulacomnium palustre,	Drepanocladus uncinatus

In Felsspalten wachsen;

Carex glareosa, Stellaria humifusa, Glyceria pulvinata, Rhodiola rosea.

Meben einer wärend des Lachsfanges von Fischern bewohnten Hüten wachsen als Unkräuter *Stellaria media, Rumex acetosa, Poa pratensis. Matricaria ambigua.*

Den steilen aus Moränensand bestehenden Uferabsturz bedecken zweierlei Assoziationskompexe: Matten und Weiden. Ersterer in den Erosionsfurchen verbreitet, besteht aus folgenden Pflanzen: (No. 541 — 11 — VIII — 1913.).

Veratrum Lobelianum sp.	Geranium silvaticum sol.
Dianthus superbus sp.	Vassinium Myrtillus sp.-cop.
Astragalus arcticus	Vaccinium uliginosum sp-cop.
Bartschia alpina	Pirola rotundifolia sol.
Cornus suecica	Pedicularis verticillata.
Polygonum viviparum sp.	Veronica alpina.
Phleum alpinum sp.	Solidago virgaurea soc.
Allium sibiricum spgr.	Cirsium heterophyllum sol.
Trollius europaeus sol.	Chrysanthemum arcticum sp.
Anthoxanthum odoratum sp.-cop.	Hieracium alpinum sp.
Festuca rubra vulgaris	Hieracium sp.
Agrostis borealis	Achillea Millefolium sp-cop.

An der Basis des Absturzes wachsen: *Trollius europaeus cop., Alchemilla acutidens sol., Ranunculus borealis sp, Viola montana cop.*

Der Heidekomplex, auf den Erhebungen zwischen den Erosionsfurchen besteht aus einem Empetretum nigri. (No. 542 —11 — VII — 1913.).

Empetrum nigrum cop.-soc.	Vaccinium Myrtillus.
Betula nana	Vacinium uliginosum
Salix hastata × Lapponum	Cornus suecica.

Das Plateau oben ist mit den Associationen der Tundra bedeckt. In einem Tälchen sammelte Kihlmann (Herb. Hels.) *Senecio nemorensis.*

II. Dolgaja Guba.

1. Das Meeresufer.

Umgefähr den gleichen Charakter wie bei Kusmin hat das Meeresufer auch in der Umgegend der ca. 20 km. südlich davon gelegenen Dolgaja Guba.

Auf den niedrigen Felsen am Strande findet man Rasen der Assoziation Caricetum glareosae: (No. 543—12 VIII. 1919).

Carex glareosa soc.	Stellaria humifusa cop.
Glyceria pulvinata cop.	Cochlearia officinalis ad. arcticam cop.

Höher oben, und weiter vom Meere, wachsen: (No. 544—12. VIII. 1913.

Festuca rubra	Saxifraga rivularis,
Poa pratensis	Rhodiola rosea
Glyceria pulvinata	Chrysanthemum boreale
Cochlearia oficinalis	

Moose: *Bryum ventricosum, Bryum bimum, Drepanocladus uncinatus.*

Hie und da bildet sich am Fusse des Ufersabsturzes ein aus Meeresgerölle bestehender Strand, dessen oberer Gürtel mit einem Empetretum nigri salicosum bewachsen ist (No. 544 a — 12. VIII. 1913.).

Festuca ovina vulgaris	Rhodiola rosea sol.
Salix hastata cop.	Arctostaphylos uva ursi sol. gr.
Polygonum viviparum	Empetrum nigrum cop.-soc.
Ranunculus borealis sp.	Chrysanthemum bipinnatum sp-cop.
Viola biflora sp.	
Polytrichum commune	Calliergon sarmentosum.

2. Der Uferabsturz.

a. Nach E. gerichtet.

Die Rücken und Erhöhungen zwischen den zahlreichen, den Uferabsturz bedeckenden, Erosionsfurchen, tragen eine aus Flechten, Spalier — nnd Zwergstrauchheiden bestehende Planzendecke. Folgende Assoziationen wurden hier vermerkt: Empetretum nigri. Boden: Sand. (Nr. 545 — 12. VIII. 1913.).

Feldschicht:

Diapensia laponica op.	Loiseleuria procumbens
Luzula arcuata	Lypopodium Selago sol.
Juncus trifidus	Juniperus nana
Festuca ovina supina sol. sp.	Empetrum nigrum
Betula nana	

u. a. Vertreter der trockenen Tundraböden

Bodenschicht:

Cetraria nivalis	Stereocaulon paschale
Ochrolechia tartarea	

Empetretum nigri. Rücken weniger exponiert (Nr. 546—12. VIII. 1913.).

Equisetum arvense alpestre	Oxytropis sordida sp.
Festuca ovina supina sp-cop.	Astragalus arcticus solgr.
Luzula arcuata	Cornus suecica copgr.
Salix lanata copgr.	Vaccinium uliginosum spgr.

Sorbus lanata sol. (niedergedrückt).Hieracium alpinum sp.
Diapensia lapponica
Dianthus superbus sol *)
Polygonum viviparum sp.-cop.

*) An geschützeren Stellen.

Bodenschicht: *Polytrichum piliferum*

Dieses Empetretum bedeckt auch die Seiten der Rücken. An der Basis des Uferabsturzes wird das Empetretum durch ein Salicetum herbosum von folgender Zusammensetzung abgelöst: (No. 547—12—VIII—1913.).

Salix soc.
Festuca rubra
Anthoxanthum odoratum
Poa pratensis
Solidago virgaurea spgr.
Chrysanthemum bipinnatnm

Unten grenzt diese Assoziation an das in No. 544 a beschriebene Empetretum nigri salicosum.

Folgende Associationen nehmen die Erosiosfurchen ein:

α. Festucetum ovinae herbosum (No. 248. 12. VIII. 1913.)

Festuca ovina cop-soc.
Allium sibiricum cop.
Arctagrostis latifolia cop.
Poa pratensis sp.
Equisetum boreale
Veratrum Lobelianum cop.
Astragalus arcticus.
Oxytropis sordida.
Geranium silvaticum.
Dianthus superbus cop.
Chrysanthemum bipinnatum sp.
Achillea Millefolium cop.
Veronica alpina.

β. Vaccinietum Myrtilli unterhalb des Festucetum ovinae. Das Salicetum herbaceae — im schmalsten und tiefsten Teile der Erosiosfurche.

Boden: Humus auf Lehm, mit kleinen Steinen (No. 549. 12. VIII. 1913.

Salix herbacea cop.-soc.
Oxyria digyna sp.
Carex glareosa cop.
Equisetum boreale sopgr.
Veratrum Lobelianum sol.
Sibbaldia procumbens sp.- spgr.
Rhodiola rosea sol.-sp.
Taraxacum lapponicum sol.

Stellenweise tritt der Humus nackt zu Tage.

γ. Sibbaldietum procumbentis, ebenfalls unterhalb des Festucetum ovinae. (No. 550. 12 VIII. 1913.

Festuca rubra cop.
Calamagrostis negleta
Polygonum viviparum
Polytrichum spec. cop.
Empetrum nigrum spgr.
Sibbaldia procumbens cop.-soc.

Vertiefung am Fusse des Uferabsturzes, den Schneetälchen vergleichbar, sind mit folgenden Assoziationen bedeckt:

δ. Gnaphalieto—Violetum biflorae. (Nr. 551. 12. VIII. 1921.).

Gnaphalium supinum cop.
Taraxacum lapponicum sol.
Viola biflora copgr.
Veratrum Lobelianum sp.

Luzula Wahlenbergii solgr.
Salix lanata sp.
Arctagrostis latifolia sp. (an den Rändern.)
Veronica alpina sol.
Sibbaldia procumbens cop.

ε. Salicetum herbaceae.

b. Nach SW. gerichtet.

Bei einer Bucht fällt ein Stück des Uferabsturzes gegen SW. ab. Die dominierende Assoziation in den Wiesenmatten ist ein Anthoxanthetum herbosum von folgender floristischer Zusammensetzung: (No. 252 — 12 — VIII — 1912.).

Anthoxanthum odoratum cop.
Poa alpina
Poa pratensis
Calamagrostis neglecta sp.
Festuca rubra barbata et vulgaris
Salix lanata sp.
Festuca ovina vulgaris
Ranunculus borealis sp.
Trollius europaeus sp.
Agrostis borealis cop.
Juniperus subnana sol.
Viola biflora cop.
Geranium silvaticum sp.
Allium sibiricum cop.
Rhodiola rosea sol.
Sibbaldia procumbens sp.
Lathyrus maritimus cop.
Solidago Virgaurea lapponica.
Veronica alpina sol-sp.
Achillea Millefolium.
Gnaphalium norvegieun.

Erhöhte Stellen zwischen den Erosionsfurchen sind mit *Vaccinium Myrtillus* cop. und *Anthoxanthnm odoratum cop.* bewachsen, mit Beimischungen von *Lathyrus maritimus* sp. — cop.

Auf lehmigen Boden — *Oxyria digyna.*

Grosse weiche, mit Wasser durchtränkte Moospolster umgeben eine am Fusse des Absturzes hervorbrechende Quelle.

Sie bestehen aus: (No. 553 — 12 — VIII — 1913.)

Calliergon stramineus, Drepanocladus uncinatus, Philonotis fontana.

Die Feldschicht wird gebildet aus:

Epilobium alsinefolium, zu welchem auf trockenen Stellen *Veratrum Lobelianum* und *Equisetum boreale* hinzutreten.

Weiter von der Quelle auf noch trockenerem Boden besteht die dichte Feldschit aus einen Poeto — Equisetetum von folgender Zusamenstezung: (No. 553 a — 12 — VIII — 1913.).

Equisetum boreale cop.
Polygonum viviparum sp.
Poa pratensis cop.
Cerastium trigynum.
Solidago Virgaurea lapponica sol.
Veronica longifolia copgr.
Veratrum Lobelianun sp.

Dazu kommt noch *Salix lanata.*

3. Das Plateau.

a. Die Torfablagerungen.

Das schwach wellige Platean ist mit verschiedenen Associationen der Tundra bedekct. Auf felsigen und trockenen Skelett-

böden finden wir die gleiche Vegetation wie beim Dorfe Ponoi. Eine grössere der Meeresküste parallele Depression ist mit Moorablagerungen ausgefüllt. Die breiten, hohen Torfhöckern bedeckt ein Dicranietum elongatae lichenoso—chamaemorosum No. (554—II — VIII — 1913) bestehend am *Dicranum elongatum, Ochrolechia tartarea var. thelephoroides. Cladonia deformis, Sphaerophorus globosus*, mit spärlichser Feldschicht aus *Empetrum nigrum, Ledum palustre.*

Kleinere Torfhöcker und dicht mit *Rubus chamaemorus* überwachsen. *Sphagnum* ist nur an der Basis der Höcker in den Vertiefungen zu sehe.

Verbreitet ist auch das Caricetum rotundatae und Caricetum rariflorae an tieferen nassen Stellen ohne Torfhöcker, jedoch mit *Scirpus caespitosus* und *Eriophorum vaginatum* Bulten aus welchen später die Torfhöcker entstehen.

b. Der See.

Ca. 52—30m. vom Rande des Plateaus und von diesem durch eine Bodenschwelle getrennt, befindet sich ein, 1 km. im Umfang messender See. Den Boden bildet die das Plateau bedeckande lehmige Moräne, die Ufer bestehen aus Torf. Folgende Assoziationsserie konnte hier festgestellt werden:

I. Litoralzone: *Hippuris vulgaris.*

II. Untergetauchte Strand: (2.5 m. breit) *Carex aquatilis cop.*

III. Ein 4.5 m. breiter Gürtel eines Caricetum aquatilis sphagnosum, welcher in ein Sphagnetum empetroso—myrtillosum übergeht, mit breiten bis zu 0,4 Meter hohen *Sphagnumhöckern*, welche folgende Vegetation tragen: (No. 555 — 12 — VIII — 1913.).

Feldschicht: *Vaccinium Myrtillus cop. — soc., Rubus chamaemorus cop. — soc, Empetrum nigrum cop., Cornus suecica copgr., Betula nana cop.*

Bodenschicht:

Dicranum elongatum,	Polytrichum strictum.
Cladonia rangiferina.	Cladonia silvatica.
Cladonia gracilis cop.	

Das Sphagnetum grenzt scharf an das Caricetum ja man kann sogar ein Hinaufrücken des Ersteren auf das Letztere feststellen.

IV. Komplex der *Dicranum* Tundra, wir No. 554.

c. Die Tundrafläche.

Das Plateau steigt, von der Meeresküste an gerechnet, allmählich an, und in ca 1 km. Entfernung von dieser beträgt die abs. Höhe ca. 50 m. Der sanfte Abfall des Plateaus zum Meere ist hier

mit einer trockenen Flechtentundra bedeckt, einem Cladonietum empetrosum bestehend aus (No.—12 — VIII — 1913).

Feldschicht: *Empetrum nigrum cop., Vaccinium Myrtillus sp. — cop., Arctostaphylos alpina, Juncus trifidus.*

Bodenschicht: *Cladonia alpestris, Cetraria nivalis, Cladonia silvatica, Cladonia rangiferina, Pertusaria obtusata.*

Boden: grober Sand, häufig erratische Blöcke, nicht selten sogar Blockfelder, zwischen denen *Betula nana, Ledum palustre, Cladonia, Picea obovata* (Mattenform) — sol., wachsen.

Unten grenzt dieses Empetretum an das Dicranietum No, 554. Oben, in 50m. abs Höhe, ist die Pflanzendecke merklich anders. Makrorelief – breite muldenförmige Depression, gegen S. (zum Meere) geneigt.

Boden: feuchter Humus. Folgende Assoziationen wurden vermerkt: Salicetum caricosum, im Zentrum der Depression. (No. 557 — 12 — VIII — 1913.)

Eriophorum angustifolium cop.
Carex rotundata cop.
Carex vaginata sp.
Calamagrotis spgr.
Arctagrostis latifolia cop.
Equisetum palustre sp.
Betula nana copgr.
Salix glauca × phylicifolia cop.
Salix Lapponum cop.
Veratrum Lobelianum copgr.
Allium sibiricum sp.
Pedicularis Sceptrum sp.
Cirsium heterophyllum sp.
Ligularia sibirica spgr.
Saussurea alpina

Die Randpartien der Depression sind von einem Betuletum myrtilloso — polygonosum bedeckt, welches folgende floristische Zusammensetzung zeigt: (No. 558 — 12 — VIII — 1913.)

Betula tortuosa (Tischform) cop.-soc.
Salix lanata.
Betula nana cop. gr.
Equisetum boreale.
Polygonum viviparum cop.
Vaccinium Myrtillus cop-soc.
Vaccinium uliginosum cop.
Trollius europaeus.
Geranium silvaticum sp.

Dort, wo die Birke ausgehauen ist, erscheinen: *Hieracium alpinum* solgr, *Pedicularis verticillata* u. a. Vertreter der Wiesen und Matten. Ein Betuletum nanae sphagnosum bildet den Uebergang vom Betuletum myrtilloso — polygonosum (No. 558) zum Cladonietum empetrosum (No. 556), bestehend aus (No. 559 — 12 — VIII — 1913.):

Salix lanata
Betula nana
Equisetum boreale sp.
Lycopodium annotinum sp.
Vaccinium Myrtillus cop.-soc.
Vaccinium Vitis idaea cop.
Saussurea alpina sp.

III. Pjalka.

1. Das Meeresufer.

12 km. nach SW von Dolgaja Guba liegt die Müngung des Pjalka Flusses. Das steile Meeresufer ist die ganze Strecke

mit Tundravereinen bedeckt, Eine Unmenge Felsen und Riffe erstrecken sich ins Meer hinein, beim Kap Danilow befindet sich eine Gruppe Felseneilande.

In den Ritzen und Spalten des steilen felsigen Uferabsturzes wachsen: (No. 560 — 13 — VIII.)

Plantago borealis, Rhodiola rosea, Cochlearia officinalis, Chrysanthemum boreale.

2. Das Plateau.

Ein Strand fehlt. Das wellige Plateau ist mit folgenden Assoziationen bedeckt: Cladonietum empetrosum — vorherrschende Assoziation auf Rohhumus. (Nr. 561 — 13. VII 1913.)

Feldschicht (schwach entwickelt)

Diapensia lapponica	Empetrum nirgum
Juncus trifidus	Diapensia lapponica
Luzula arcuata	Loiseleuria procumbens
Poa arctica	

Bodenschicht:

Cladonia rangiferina, Cladonia silvatica, Cladonia coccifera, Cetraria nivalis, Cetraria islandica maculata, Polytrichum spec, Ochrolechia tartarea var. thelephoroides, Rubus chamaemorus auf dickerer Rohhumusschicht. Die Associationen.

Auf sanft geneigten Hängen der Tundra wachsen:

(No. 562 — 13. VII. 1913).

Conioselinum tataricum sp-gr.	Rubus chamaemorus sp-cop.
Poa arctica cop.	Luzula confusa solgr.
Festuca ovina	Luzula Wahlenbergii

Boden: Sandig mit dünner Humusschicht, mit ausgestrekten Gneisbrocken.

Die Assoziationen

Eriophoretum angustifolii
Salicetum mixtum
Salicetum microbetulosum

} am Rande eines Baches.

In der Ferne sind am Bache Gruppen niedriger Birken zu sehen.

3. Das Tal eines Baches.

Eine Reihe Assoziationen wurden im Tale eines, hier in das Meer mündenden Baches vermerkt.

Die steilen felsigen Talhänge bedeckt ein Cornetum suecicae, bestehend aus: No. 564 — 13. VIII. 1913

Trollius europaeus, Veratrum Lobelianum, Hieracium alpinum, Allium sibiricum, Carex globularis Cornus suecica.

Zwischen dem Felsengeröll in der Talsohle wachsen: (No. 565 — 13. VIII. 1913.

Allium sibiricum
Poa pratensis
Festuca ovina
Poa alpina
Polygonum viviparum
Calamagrostis phragmitoides
Salices
Polygonum viviparum cop.
Rubus arcticus
Rhodiola rosea
Epilobium angustifolium
Polygonum Bistorta
Chrysanthemum bipinnatum
Solidago virgaurea
Taraxacum lapponicum

IV. Die Wilowataja Guba.

SW. von dar Mündung der Pjalka liegt die in mehrere Zipfel geteilte Wilowataja Bucht, welche schon von Schrenk aufgesucht worden ist. Das Plateau ist mit *Empetrum nigrum, Carex rigida, Festuca ovina, Juncus trifidus, Betula nana, Loiseleuria procumbens, Arctostaphylos alpina, Diapensia lapponica und* Flechten bewachsen, in den Depressionen liegen Dicranieta mit Torfhöckern und grossen Mengen von *Rubus chamaemorus*.

Der felsige, 15 — 20 m. hohe, Uferabsturz ist mit einem Corneto — Vaccinietum Myrtilli bedeckt, hie und da mit Beimischung von *Veratrum Lobelianum* und *Salix lanata*.

An der Basis, finden wir folgende Associationen: Festucetum rubrae maritimae — auf Sandboden. (No. 566) *Allium sibiricum, Poa pratensis, Festuca rubra, Lathyrus maritimus, Chrysanthemus boreale, Calamagrostis, Sorbus glabrata sp., Matricaria ambigua, Cochlearia officinalis, Saxifraga rivularis.*

Mariner Flugsand bedeckt die Felsen am Fusse des Uferabsturzes und dessen Felsvorprüngen. Nicht selten ist auf Sandboden die Assoziation: Empetretum nigri mit *Lathyrus maritimus Carex rigida, Poa pratensis cop.*

Hie und da zwischen den Strandfelsen hat sich ein Stück Strand erhalten, dessen Vegetation aus folgenden Arten besteht. (Nr. 567 — 13. VIII. 1913).

Halianthus peploides
Lathyrus maritimus cop-gr.
Potentilla anserina apgr.
Festuca rubra arenaria cop.
Mertensia maritima
Matricaria ambigua
Parnassia palustris cop.

Auf Grasplätzen sind von Schrenk an der Wilowataja Guba gefunden worden (Herb. Petrop.) *Chrysanthemum, Veronica alpina, Vaccinium uliginosum, Hedysarum obscurum.* An schattigen und feuchten Stellen: *Epilobium Hornemanni, Thalicrum alpinum, Cardamine pratensis f. palustris, Saxifraga cernua.*

Auf dem Ufer eines Baches zwischen feuchten Moosen hat Schrenk *Saxifraga stellaris comosa* gesammelt.

E. Sosnowetz.

I. Allgemeiner Ueberblick.

In 1 m. Höhe über dem Meeresspiegel liegt ca 90 km. südlich von Ponoi an Mündung des Sosnowka Flusses das Lappendorf Sosnowetz. Die grosse Ebene auf welcher das Dorf gebaut ist, verdankt einer Deltabildung ihren Ursprung. Gleiche terrassenförmige Deltabildungen treffen wir auch noch bis zu 15 m. Höhe an. Sand und Flussgerölle, zwischen welcher hie und da das krystallinische Urgestein (Hornblendegneis) hervortritt, herrschen hiervor. Im Westen wird die Ebene in 5 km. Entfernung vom Dorfe von der sogenannten Sokolja Gora begrenzt, ähnliche bis zu 100 m. hohe, Anhöhen ziehen sich im N und NE vom Dorfe hin.

II. Die Ebene im W und S vom Dorfe.

1. Die Tundra.

Eine typische Empetrum Tundra (N 568 — 14. VIII. 1913) bedeckt die Ebene in der nächsten Umgebunge des Dorfes *Betula nana, Arctostaphylos alpina, Juncus trifidus, Vaccinium Vitis idaea, Vaccinium uliginosum, Festuca ovina, Salix lanata,* sind die hier am meisten hervortretenden Pflancen. Das Fehlen von Vieh in dem Lappendorfe bringt es mit sich, dass sich hier, im Gegensatz zu Ponoj und den übrigen Orten der Terschen Küste, keine Weiden gebildet haben. Der Boden ist eine dünne Schicht Rohhumus auf felsigem oder grob sandigem Untergrunde. Kleinere Depressionen auf der Tundra sind von einem Salicietum caricoso herbosum bedeckt, bestehend aus: (N. 569 — 14. VIII. 1913.) *Salix glauca x phylicifolia cop., Betula nana cop., Veratrum Lobelianum, Calamagrostis, Alchemilla acutidens* u. a. Kräutern.

In grösseren Depressionen herrschen Moorkomplexe vor, welche sich weithin, bis zu den die Ebene begrenzenden Anhöhen erstrecken (Siehe unten Seite 225).

Am Meere fällt die Tundra mit einem steilen Uferabsturz ab (Fig. 4). An dessen oberem Rande das Empetretum nigri durch ein Empetretum nigri herbosum (No. 570-14-VIII -1913) ersetzt wird, welches folgende floristische Zusammensetzung aufweist: *Poa pratensis copgr., Betula nana, Salix lanata copgr., Dianthus superbus sp., Polygonum viviparum, Astragalus arcticus, Galium boreale, Vaccinium Vitis idaea, Rubus chamaemorus.*

2. Das Ufer des Meers.

Der steile Uferabsturz besteht teils aus vegetationslosem Gneiss, teils ist er mehr oder weniger mit Sand bedeckt, welcher einer dichten Rasen trägt. An der Basis des Uferabsturzes rollen die Meereswogen, nur hie und da erblicken wir ein Stückchen sandigen Strandes zwischen den Felsen, dessen Vegetation folgendermassen zusammengesetzt ist (No. 571-14-VIII-1913). *Mertensia maritima, Ligusticum scoticum, Elymus arenarius, Lathyrus maritimus, Matriaria ambigua.*

Auf den Felsen wachsen *Ligusticum scoticum, Rhodiola rosea, Chrysanthemum arcticum*; im Sande, welcher sich hie und da in Vertiefungen des Felsens angesammelt hat, finden wir *Festuca rubra arenaria soc.* Der felsige Absturz trägt nur vereinzelte *Juniperus nana, Cornus suecica. Arctostaphylos uva ursi, Epilobium angustifolium* (No 572-12-VIII-1913), welche in Spalten und Vertiefungen des Felsens wachsen.

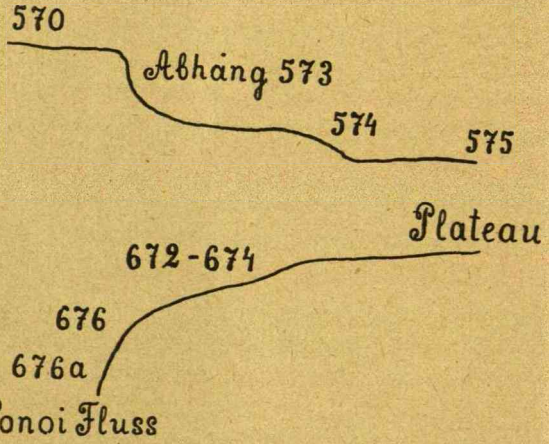


Fig. 4 und 5

Die Pflanzendecke des sandigen Ufersabsturzes kann am besten durch folgende Associationsserie (Fig. 5.) dargestellt werden.

a. Oben

Empetretum nigri herbosum (No. 570)

b. Steiler, sandiger Abhang.

No. 573-14-VII-1913.

Aira flexuosa montana
Juncus trifidus
Veratrum Lobelianum
Elymus arenaris sp.
Arctostaphylos uva ursi copgr.
Epilobium angustifolium spgr.
Vaccinium Myrtillus cop.
Campanula rotundifolia et var lapponica.
Solidago Virgaurea lapponica.
Hieracium sp.
Hieracium alpinum sol.

c. Kleine Stufe mit Flugsand.

Empetretum nigri herbosum. No. 574-14-VIII-1913.

Empetrum nigrum soc.
Festuca ovina vulgaris
Elymus arenarius sp.
Poa pratensis sp.
Cerastium alpinum copgr.
Halianthus peploides
Lathyrus maritimus

d. Festuceto—Elymetum arenariae.

No. 575-14-VIII-1913.

Festuca rubra arenaria cop-soc.
Carel rariflora, Elymus arenarius cop. (stellenweise soc.).
Halianthus peploides sp.-cop.
Lathyrus maritimus sp.

e. Am Wasser.

Mertensia maritima sp. *Halianthus peploides* cop.-soc.

3. Die Moore.

Westlich und südwestlich vom Dorfe beginnen ungeheure, sich mehrere Kilometer weit erstreckende Moore. Weite Flächen mit nassen Cariceta, mit kleinen Seen und Wasserlachen wechseln mit Torfmooren, welche von Krustenflechten überwachsen sind, ab. Folgende Assoziationen geben uns eine Vorstellung von der Vegetation der Moore.

I. See von Mooren umgeben, mit torfigem Boden.

Litoralzone:

Caricetum lasiocarpae (No. 576-18-VIII-1913.) mit Beimischung von *Menyanthes trifoliata*.

Ufer: Caricetum sphagnosum, (No. 577-18-VIII-1923). *Eriophorum augustifolium* cop.

Carex rotundata cop.-soc.
Carex chordorrhiza
Carex limosa spgr.
Carex rostrata sp-cop.
Scirpus caespitosus

Bodenschicht fehlend, nur hie und da *Drepanocladus scorpioides*.

Aulacomnium palustre, Sphagna — weiter vom Rande des Sees. Weiter vom See beginnt ein Dicranietum elongatae von folgender floristischer Zusammmensetzung (No. 578-18-VIII-1913.). Feldschicht. *Empetrum nigrum, Vaccinium uliginosum, Betula nana* (niedrige Form); in geringerer Menge *Rubus Chamaemorus*.

Bodenschicht:

Dcranum elongatum soc., *Polytrichum strictum* sp-cop.

Diese Association bedeckt die Torfhöcker und Torfhügel inmitten des Caricetums. Letztere, 2 m. hohe und 10—20 m. lang, von unregelmässiger Form, sind in der Richtung zum Meere hin gestrerkt; in 23 cm. Tiefe unter dem *Dicranum* befindet sich schwach zersetzer *Sphagnum* Torf.

Caricetum rotundatae zwischen den Höckern und Hügeln, bestehend aus: (No. 569-18-VIII-1913).

Carex rotundata soc., *Carex chordorrhiza, Carex limosa, Carex aquatilis, Scirpus caespitosus*.

Salicetum herbosum — an den Rändern des Moores, zusammengesetzt aus: (No. 580-18-VIII-1913.)

Sträucher: *Salix* soc., *Betula tortuosa* — 1,5 m. hoch, sol.

Feldschicht:

Carex caespitosa	Trollius europaeus sp.
Carex Buxbaumii	Bartscha alpina
Carex vaginata cop.	Ligularia sibirica sp.
Calamagrostis neglecta cop.	Pedicularis lapponica
Allium sibiricum cop.	Saussurea alpina cop.
Filipendula Ulmaria.	Solidago Virgaurea lapponica sol.

Vermittels eines Betuletum nanae chamaemorosum geht das Salicetum ins Caricetum rotundatae von No. 577 über

II. Kleiner See inmitten der Moore.

Untergetauchter Strand: *Eriophorum angustifolium* sp.

Auf dem nassen niedrigen Ufer — Caricetum rotundatae (mit No. 581—18—VIII—1913). *Carex rotundata soc., Carex chordorriza* cop., *Salix Lapponum, Sphagnum* sp. Weiter vom See — Torfhügel.

Salicetum herbosum an der Peripherie des Moorkomplexes, bestehend aus: (No. 582—18—VIII—1913.)

Boden — feuchter Humus.

Sträucher.

Salix phylicifolia, Salix, glauca x phylicifolia f. subglauca, Salix (glauca), x nigricans phylicifolia, Salix Lapponum, Sorbus

glabrata — sol, 1 m. hoch. *Betula nana* — cop. 0,7 m. hoch. *Betula tortuosa* — sp. Stämme 17,75 cm. dick, an der Basis, meist nur Stümpfe. *Picea obovata* sol. Unterholz: Fichte — reichlich, gruppenweise auf 4,5 qu. m. 3 Exempl. von 0.71, 1, und 1,25 m. Höhe. Feldschicht:

Carex caespitosa sol-sp.
Anthoxanthum odoratum cop. *)
Rumex arifolius sol**)
Trollius europaeus sp.
Geum rivale sp-cop.
Alchemilla acutidens copgr. *)
Filipendula Ulmaria sp.-cop.
Veratrum Lobelianum copgr.
Parnassia palustris cop.
Geranium silvaticum cop. **)
Cirsium heterophyllum sol.-sp.
Saussurea alpina cop.
Solidago Virgaurea lapponica sp-cop. **)
Hieracium spec.

*) An trockeneren Stellen.
**) Am Rande.

Unter den Fichten tritt als Feldschicht die Assoziation: Corneto — Myrtilletum auf.

Im Westen, auf feuchtem Boden, geht das Salicetum herbosum in ein Salicetum chamaemorosum über, welches seinerseits zum Caricetum sphagnosum hinüberleitet. Im Osten geht das Salicetum herbosum in ein Empetretum lichenosum über, welches den Raum zwischen dem Moore und dem Meeresufer einnimmt. Kleinere Flächen, als die Cariceta rotundatae, nehmen die Moore mit *Campthothecium nitens* und *Aulacomnium* palustre ein, sowie die Uebergangs-Assoziationen von diesen zu den Sphagneta.

4. Eine Quelle.

In einer Einsenkung zwieschen einer Anhöhe am Rande der Ebene und einem Hügel entspringt eine Quelle. Der ca. 20 m. hohe Hügel ist mit einem Betuletum corneoso—myrtillosum bedeckt, das folgendermassen zusammengesetzt ist: (No. 583—18—VIII—1913.)

Bäume: *Betula tortuosa*, soc., 2 m. hoch, 2 Stämme, a 2,5 cm. im Durchmesser. Obstbaumform.

Sträucher: *Sorbus glabrata* — strauchförmig.

Feldschicht: *Corneto — Myrtilletum*, mit *Aira flexnosa*. Bodenschicht: *Hypnum Schreberi, Dicranum.*

Am Fusse des Hügels, wo die Quelle zum Vorschein kommt, besteht die Feldschicht des Wiesenkomplexes aus einem Aireto — Calamagrostidetum herbosum, besthend aus: (No. 584—18—VIII—1913.)

Aira coespitosa cop.
Poa pratensis sp.
Festuca rubra barbata
Equisetum silvaticum
Calamagrotis phragmitoides cop.
Veratrum Lobelianum sp.
Ranunculus borealis sp.
Cornus suecica cop.
Rumex arifolius sp.
Veronica longifolia soc.
Alchemilla glomerulans sop.

Sträucher: *Salix phylicifolia, Salix glaucax phylicifolia* cop.

Bodenschicht: *Mnium affine, Mniobryum albicans.*

An der Quelle und am Rande des hier entspringenden Bächleins ist die Pflanzendecke, sowohl die Feldschicht, als auch die Bodenschicht, woh entwickelt. Vermerkt wurden hier im Muscetum herboso — salicosum: (No. 585—18 — VIII—1913.)

Boden: nasser Torf.

Sträucher: *Salix phylicifolia* sp — cop., *Salix glauca nigricans, Salix glaucax phylicifolia.*

Feldschicht:

Carex caespitosa sp.
Poa pratensis sp.
Calamagrostis neglecta cop.
Ranunculus borealis sp.
Allium sibiricum spgr.
Cardamine pratensis sp.
Parnassia palustris sol.-sp.
Archangelica officinalis s.
Pedicularis Sceptrum sp.
Bartschia alpina sp.
Saussurea alpina sp.
Ligularia sibirica sp.
Pedicularis verticillata

Alle drei zusammen soc.
- Epilobium Hornemanni
- Epilobium alsinefolium
- Epilobium Hornemanni × alsinefolium.

Bodenschicht: geschlossener Teppich aus:

Campthothecium nitens
Calliergon stramineus
Palludella squarrosa.
Mnium affine
Bryum ventricosum

Abseits von des Quelle und vom Bächlein erscheinen im Moosteppich *Caltha palustris* und den *Epilobium* Arten. Ausserdem wurden vermerkt. Sphagneto—Aulacomnietum herbos, um. (No. 586—18—VIII—1913).

Saxifraga Hirculus cop. gr.
Equisetum palustre longiramosum et pauciramosum cop.
Carex caespitosa sol.
Veratrum Lobelianum sp.
Pedicularis lapponica sp.
Bartschia alpina cop.
Saussurea alpina cop.
Ligularia sibirica.

Festuca rubra vulgaris ad planifoliam. Equisetum variegatum ancps. Sträucher: *Salix myrsinites, Salix glaucax phylicifolia.*

5. Moore am Bächlein.

Unterhalb der Quelle tritt *Aulacomnium palustre* in so grosser Menge auf dem Moore auf, dass ein Campthothecieto — Aulacomnietum entsteht, bestehend aus: (No. 587—18.—VIII—1913.)

Carex diandra cop.
Carex limosa cop.
Carex dioica cop.
Eriophorum angustifolium sp.
Calamagrostis neglecta capgr.
Salix myrsinites cop.
Saxifraga Hirculus cop.

Camptho thecium nitens soc.
Aulacomnium palustre soc.

Boden: sehr nasser Torf. Kleine, bis zu 0,5 hohe, Torfhöcker, mit *Aulacomnium* und *Campthothecium* (an der Basis *Drepanocladus aduncus)* bewachsen.

Sie stellen das erste Stadium des Ueberganges vom *Campthothecietum* zur Torftundra dar.

Die Ufer des Bächleins sind hier mehr ausgebildet als bei der Quelle. Die litorale Zone besteht aus *Caltha palustris, Menyanthes trifoliata.* Die niedrigen Ufer sind mit *Salicetum* oder *Campthothecium* bedeckt, an troskeneren Stellen: *Carex dioica. Calamagrostis* negleeta copgr. *Carex diandra* copgr., *Betula nana* sol., *Poa pratensis* cop., *Rumex arifolius, Polygonum viviparum, Saxifraga Hirculus* cop. Weiter, unterhalb der Quelle, werden die Ufer des Bächleins trockener und fester. Ein Salicetum herbosum weist hier eine Feldschicht von folgender Zusammensetzung auf: (No. 588—18—VIII—1913.)

Poa pratensis	Pediculas verticillata
Veratrum Lobelianum	Veronica longifolia
Comarum palustre	Ligularia sibirica

Die Dicke des Torfes ist hier unbedeutend, Moräneninselchen sind mit *Poa pratensis, Festuca rubra* (stellenweise beinahe soc.), *Calamagrostis, Rumex arifolius, Polygonum viviparum Cerastium alpinum* bewachsen.

Sogleich hinter dem Salicetum erscheinen eine Menge bis zu 2 m. hohe Torfügel, welche mit einer dichten Kruste von Flechten (*Cladonia rangiferina, Cladonia coccifera, Ochrolechia tartarea thelephoroides* bewachsen sind. Von Mooren kommen hier lebend nur *Polytrichum strictum* und *Sphagnum* vor; die Feldschicht dieses Shpagnetum empetroso — lichenosum besteht aus: (No. 589—18—VIII—1913.) *Empetrum nigrum, Rubus chamaemorus* sp.

Zwischen den Torfhügeln: *Betula nana, Sphagnum, Aulacomnium palustre* (hie und da), *Paludella squarrosa.* Diese Hügel gehen einerseits, indem sie ineinander fliessen, in eine typische Torfhügeltundra über, welche sich bis zum Empetretum nigri erstreckt. Anderseits gehen sie allmählich in ein Aulacomnietum — caricoso — sphagnosum über. (No. 590 — 18 — VIII — 1913) mit niedrigeren und weniger häufigeren Torfhöckern, zwischen welchen wachsen: *Carex limosa* cop — soc, *Betula nana, Paludella squarrosa, Drepanocladus fluitans, Salix myrsinites.* Schliesslich schwinden die Torfhügel ganz, *Aulacomnium palustre* tritt in grösserer Menge auf, und es entsteht ein Campthothecieto — Aulacomnietum.

6. Eine andere Quelle.

Eine andere Quelle entspringt nördlich von dem soeben beschriebenen Bächlein, am Fusse eines kleinen, von Torfhügeln

fast gänzlich verdeckten Hügels. Auf dem nassen Torf an der Quelle wachsen: (Muscetum stellarieto-epilobiosum) (No 591 — 18. VIII. 1913) *Calliergon stramineus, Campthothecium nitens, Comarum palustre, Epilobium alsinefolium, Epilobium palustre ad lapponicum, Stellaria crassifolia* cop.

Diese Assoziation nimmt jedoch nur eine äusserst beschränkte Fläche ein und geht bald in ein Paludelletum squarrosum (No. 592 — 18 — VIII — 1913) über, welches eine Depression, in dem sich das Quellwasser staut, bedeckt. Die Feldschicht besteht aus: *Calamagrostis neglecta* cop., *Eriophorum angustifolium* sp — cop., *Carex limosa* sp — cop. Diese Assoziation geht weiter von der Quelle in ein Caricetum sphagnosum über mit (No. 593 — 18 — VIII — 1913) *Carex limosa* sp. — cop. *Eriophorum angustifolium* cop., *Saxifraga Hirculus, Comarum palustre.* Die Höcker, mit *Aulacomnium* bewachsen, leiten zu den Torfhügeln über.

7. Das Urgestein.

An zahlreichen Stellen tritt auf der Ebene das Urgestein an die Oberfläche, besonders häufig in der Richtung zum Sokolja Berge hin. Die Humusschicht fehlt vollständig, oder ist nur äusserst dünn. Vorherrschend sind Flechten — wie *Cladonia rangiferina, Cladonia silvatica, Cladonia alpestris, Cladonia coccifera, Cetraria nivalis, Aspicilia rufescens.* Von höheren Pflanzen wurden vermerkt: Tundra Empetretum lichenosum (No. 594 — 15 — VIII — 1913.): *Empetrum nigrum* cop., *Arctostaphylos uva ursi, Aira flexuosa montana, Festuca ovina.* Häufig Reste von Birken, hie und da Tischbirken.

In der Nähe des Sokolja Berges steigt das Terrain an, wobei einige Moränenhügel bis zu 30 m. hoch werden. Ueberall sieht man auch hier das Urgestein hervortreten, auch liegen erratische Blöcke umher. Vorherrschend ist die Assoziation Lichenetum empetrosum, bestehend aus (No. 595 — 15 — VIII — 1913). *Cladonien, Cetraria nivalis,* Zwerg- und Spalierstäucher wie *Betula nana, Vaccinium Vitis idaea, Empetrum nigrum, Arctostaphylos uva ursi* Rasen auf blossem Sande. *Betula tortuosa* (Tischförmig) sol.

In Vertiefungen, am Ufer von Bächen, Gruppen von 3—4 Ueter hohen obstbaumförmigen Birken mit der gewöhnlichen Buschvegetation darunter.

III. Die Ebene N vom Dorfe.

1. Uebersicht.

Nördlich vom Dorfe Sosnowetz, an den Ufern der Sosnowka, ist die Vegetation anders gestaltet.. Die Moore sind hier weniger weit verbreitet, das krystallinische Gestein tritt häufiger an die Oberfläche. Das Relief der Gegend ist hügeliger: ca. 1 km. vom Flusse ziehen sich unten zu erwähnende Anhöhen hin.

2. Das Ufer der Sosnowka.

Unweit der Mündung tritt am Fusse der felsigen Talhänge des Sosnowka Flusses, zuerst allerdings nur stückweise, ein Strand auf, auf welchem, ca 2.5 km. vom Meere entfernt, folgende Assoziationsserie angelegt wurde.

a. Litoralzone: Bestände aus: *Equisetum heleocharis limosum, Petasites laevigatus, Carex aquatilis.*

b. Strand: Steinige Wiese aus: (No. 599—16 — VIII — 1913).

Anthoxanthum odoratum.	Hedysarum obscurum sol.
Festuca ovina	Vaccinium uliginosum cop.
Agrostis borealis	Calluna vulgaris
Aira flexuosa montana	Bartschia alpina
Allium sibiricum	Hieracium alpinum
Tofieldia palustris sp. gr.-cop. gr.	Solidago Virgaurea lapponica.
Salix hastata	Chrysanthemum bipinnatum
Viola biflora	Campanula lapponica
Parnassia palustris	Gnaphalium supinum.

Hie und da: Vaccinietum uliginosi.

c. Talhang: Betuletum corneoso—myrlillosum.

Oben, auf dem Plateau:

Betuletum corneosum, viel gefällte Bäume, Dichte des Bestandes — 8.

IV. Die Ebene zwischen dem Fluss, dem Dorfe und den Anhöhen.

Wir wollen zur Charakteristik der Pflanzendecke folgende Assoziationsserien betrachten:

I. Ebene beim Dorfe mit den Assoziationen Empetretum lichenosum und Empetretum nigri (No. 597 — 16 — VIII — 1913 mit *Juncus trifidus, Arctostaphylos alpina, Arctostaphylos uva ursi, Loiseleuria procumbens;* stellenweise, besonders weiter vom Dorfe entfernt: *Juniperus communis, Betula tortuosa,* Ostbaumform, 13 cm. dicke Birkenstümpfe. Unter den Bäumen — *Vaccinium Myrtillus.*

2. Breite Erosionsrinne zum Flusstale senkrecht gerichtet, deren Sohle von einem Caricetum rotundatae bedeckt ist.

No 598—16—VIII 1913. an den Rändern—Sphagnetum, mit *Rubus chamaemorus, Betula nana, Empetrum nigrum.*
Darauf folgt ein Empetreto—microbetulosum mit No. 599—16—VIII—1913.

Boden: Humus: 7.5 cm.
Bleicherde: 5 cm.

Picea sol.-sp., 35 cm. Durchmesser an der Basis, vielstämmig. Feldschicht: Empetreto — Myrtilletum mit *Betula nana* cop., o, 35 m. hoch.

Sphagnum flecken; Versumpfungserscheinungen.

Callunetum vulgaris cladoniosum, weiter bis zum Hang der Erosionsinne (No.600—16—VIII1—193).

Boden: Humus — 4 cm.

Bleicherde: 7.5 cm. roter Sand.

Ortsteinflecken sind auch in der Bleicherdeschicht sichtbar. Feldschicht: *Calluna vulgaris soc., Betula nana cop.*

Bodenschicht: *Cladonia rangiferina, silvatica, alpestris.*

3. Birkenwald auf der Terrasse, in der Nähe des Flusstales, ca. 2 km. oberhalb des Dorfes.

Betuleto-Picetum corneoso-myrtillosum. (No. 601—16—VIII—1913).

Boden: Steine in 10 cm. Tiefe, und auch an der Oberfläche.

I. Etage: *Picea obovata* sp. viele Stümpfe mit Zapfen.

II. *Betula tortuosa*, 5 m. hoch, 10 cm. dick, Obstbaumform und Tischform.

Unterholz: *Juniperus communis* sp.
Sorbus glabrata sol. gr., Betula nana cop.
Dichte des Bestandes 3—4.

Probefläche von 10×10 Schritt.

Art	Höhe des Baumes in Meter	Durchmesser des Stammes in cm.
Picea obovata	Stumpf	25
	2	5
	3.2	6
	10	43
	Stumpf	20
	Stumpf	37
Betula tortuosa		10
	2	Tischform
	1	Tischform
	0,3	
	0,7	7.5
	Stumpf	12.5,1,5m. lange Zweige
	0,3	
	0,25	
	4	7.5
	0,4	
	0,52	

Art	Höhe des Baumes in Meter	Durchmesser des Stammes in cm.
Betula turtuosa	Stumpf	12.5, 2m. lange Zweige
	3,5	5
	2	Tischform
	3.5	5 2 Stämme
	1	
	2	15 an der Basis vielstämmig
	3	4 Tischform
	gefällt	15 an der Basis
Sorbus glabrata	0,7	
	1.5	
	3	4

IV. Feldschicht:

Lycopodium annotinum
Aira flexuosa montana sp.
Festuca ovina sp. gr.
Cornus suecica cop.-soc.
Vaccinium Myrtillus cop.-soc.
Linnaea borealis sp.
Calluna vulgaris
Dryopteris Linnaeana cop. gr.
Arctostaphylos alpina sp. **)
Empetrum nigrum soc. ***)
Pedicularis lapponica sp.
Melampyrum silvaticum laricetorum.
Epilobium angustifolium sol.
Solidago Virgaurea lapponica sp.

*) *Cornus suecica* und *Vaccinium Myrtillus* unter Bäumen wachsend.
**) hie und da — soc.
***) an offeneren Stellen — soc.

V. Bodenschicht: *Cladonia rangiferina; Cladonia silvatica, Nephroma actica, Hypnum Schreberi.*

IV. Erhöhung aus krystallinischem Urgestein.

Betuletum corneoso-myrtillosum und Betuletum empetrosum.

Makrorelief: felsige Erhöhung mit sanften Hängen. (No. 602—16—VIII—1913).

Mikrorelief: eben.

Boden: Skelettboden.

I. Etage: *Picea obovata* — sol.-sp., Höhe — 4.5 cm. (3 Stämme) bei 8, 10 und 13 cm. Stammdurchmesser.

II. Etage: *Betula tortuosa* - cop.—soc., 3—4 m. Höhe—7.5—10—15 cm. Stammdurchmesser; Obstbaumform.

III. Unterholz; Nachwuchs der Fichte stellenweise, Birke—nicht vorhanden. Dichte des Baumbestandes — bis zu 4. Viel Spuren von Holzfällen.

IV. Feldschicht: Assoziationen Empetretum cladoniosum und Corneto-Myrtilletum.

V. Bodenschicht: *Cladonia silvatica, Nephroma arcticum, Cladonia rangiferina, Dicranum scoparium, Cladonia coccifera.*

Die Vertiefungen zwischen den Felsen enthalten eine bedeutend grössere Anzahl von Fichten, von 11 — 12 m. Höhe bei 25 cm. Stammdurchmesser, mit Zapfen. *Sphagnum* Flecken und *Betula nana cop.* — weisen auf starken Versumpfungsprocess hin.

Dazwischen Moorvereine, wie:

Caricetum rotundatae (No. 603—16—VIII—1913) mit *Eriophorum angustifolum* cop., *Carex lasiocarpa* sp.; Caricetum limosae (No. 604—16—VIII—1913) mit *Eriophorum angustifolium, Scirpus caespitosus;* Sphagnetum chamaemorosum (No. 605—16—VIII—1913) durch Uebergänge mit dem Caricetum rotundatae und dem Caricetum limosae verbunden, mit vereinzelten kleinen Torfhügeln, welche mit *Sphagnum*, seltener mit *Dicranum*, bewachsen sind.

4. Wald auf einem Moränenhügel mit anstehendem Urgestein, inmitten der Moore.

Boden: Sand; in 12 cm. Tiefe — Steine.

Vorherrschend die Assoziation:

Betuleto—Picetum empetroso—lichenosum (No. 606—16—VIII—1913).

I. Etage: *Picea obovata* sp., mit Zapfen.

II. Etage: *Betula tortuosa*, soc., Obstbaumtypus

III. Unterholz: gruppenweise Fichtennachwuchs.

Dichte des Baumbestandes: 5, viele Fichten sind ausgehauen.

IV. Feldschicht: Empetretum nigri mit *Festuca ovina, Aira flexuosa montana, Vaccinium Myrtillus.*

An den Rändern des Hügels:

Vaccinietum Myrtilli mit *Cornus suecica* cop., *Empetrum nigrum* cop.

V. Bodenschicht;

Cladonia rangiferina, Cetraria nivalis, Cladonia silvatica, Hypnum Schreberi.

Probefläche von 10×10 Schritten.

Art	Höhe des Baumes Meter	Durchmesser des Stammes cm.
Picea obovata	4	12.5 ohne Wipfel.
	3.5	7.5
	9	38

Art	Höhe des Baumes	Durchmesser des Stammes
Picea obovata	Stumpf	7.5
	Stumpf	11.
	0,9	
	0,7	
Betula tortuosa	6	15
	6	15
	5	14
	3.5	5—6 (zweistämmig)
	6	15,5
	4	10
	4	6—6 (zweistämmig)
	3,5	5
	4	6
	3	4
	3	4

6. Bächlein in felsiger Schlucht, von links in die Sosnowka mündend.

Untergetauchter Sirand — Caricetum aquatilis (No. 606—16—VIII—1913).

Salicetum herbosum, hie und da am Fusse der Felsen. (No. 608—16—VIII—1913).

Salix glauca x nigricans x phylicifolia, Salix nigricans x phylicifolia x (glauca), Filipendula Ulmaria, Veronica longifolia, Geranium silvaticum, Parnassia palustris. u. a.

In den Felsritzen: *Dryopteris Phegopteris.*

7. Zusammenfassung. Indem wir nun das über die Ebene im Norden vom Dorfe gesagte zusammenfassen, kommen wir zu folgendem Rezultate. Die Birke ist überall an den Hängen der Hügel, Anhöhen, ja sogar auf den fast kahlen Felsen verbreitet, in deren Feldschicht das Empetretum nigri vorherrscht. Es sind meist Tischbirken.

An ebenen Stellen bilbet die Birke auch Wäldchen mit Empetretum nigri und Flechten, hier wiegt die Obstbaumform vor. Die Dichte des Baumbestandes ist gering. Auch vereinzelte oder zerstreute Fichten kann man beobachten. Je näher zum Dorfe, desto mehr ist der Wald gelichtet.

Den besten Wald findet man im Flusstale, wo die Feldschicht, bei grörserer Mächtigkeit der Humusdecke, vom Corneto — Myrtilletum gebildet wird.

Auf allen ebenen Stellen geht der Wald vermittels des Stadiums *Betula nana — Potytrichum strictum — Sphagnum* der Versumpfung entgegen.

Die ganze Ebene zwischen dem Dorfe, dem Flusse und den Anhöhen ist mit Mooren bedeckt.

V. Die Anhöhen.

1. Der Sokolja Berg.

a. Der Gipfel.

α. *Die trockenen Böden.*

Die Sokolja Gora, welche ca 5 km. südlich von Sosnowetz liegt, erhebt sich 110 m. über der umliegenden Ebene, hat dichte bewaldete Abhänge und einen flachen leicht wellenförmigen waldlosen Gipfel mit zahlreichen Vertiefungen und Depressionen.

Die trockenen, höher gelegenen Stellen, bedeckt eine offene Tundra — ein. Lichenetum microbetuloso-vaccinio sum von folgender floristischer Zusammensetzung: (Nr. 609 — 15. VIII. 1913.)

Makro- und Mikrorelief eben:

Boden: Flechten, Humus: 2,5 cm.

Bleicherde: 12 — 15 cm.

Ortstein: 5 — 7,5 cm.

Steine in 22,5 cm. Tiefe

Häufig erratische Blöcke und Sandsteinbrocken an der Oberfläche.

Feldschicht;

Juncus trifidus sp.-cop.	Aira flexuosa montana sp.
Betula nana (niedrige Form) cop.	Loiseleuria procumbens sp.
Salix lanata sp.	Arctostaphylos alpina sp.
Empetrum nigrum cop.	Ledum palustre sp.
Luzula arcuata	Vaccinium Vitis idaea cop.

Bodenschicht: Teppich aus Flechten, bestehend aus *Cladonien*. Bäume: *Betula tortuosa*, tischförmig, sol., 0,7 — 1 m. hoch. Strauchfichten von 1,5 m. Höhe mit absterbenden Gipfeltrieben Durch Uebergänge ist diese Assoziation mit dem Lichenetum vacciniosum verbunden (Nr. 610 — 15. VIII. 1913.):

Makrorelief: eben

Mikrorelief: bis zu 0,35 m. hohe Höcker, bestehend aus 11 cm. Rohhumus, darunter Bleicherde, Ortstein in 28 cm. Tiefe unter dem Höcker.

Höcker dicht mit Flechten *(Cladonia rangiferina, Cladonia coccifera, Ochrolechia tartarea var. thelephoroides)* bewachsen, mit Zwergsträuchern, Spaliersträuchern, *Carex rotundata* (stellenweise).

Zwischen den Höckern — *Polytrichum juniperinum, Lycopodium Selago, Vaccinium uliginosum, Calluna vulgaris, Vaccinium Myrtillus.*

Hie und da: *Picea obovata sol.* 0,7 m. hoch, *Betula nana* (hohe Form) cop., *Rubus chamaemorus sp.* 12 cm. dicke Fichtenstümpfe. In 90 — 95 m. höhe wächst die Anzahl der Fichten beträchtlich, wobei sie auf Höckern und Bodenerhebungen wachsen, welche die gleiche Struktur wie der Boden unter dem *Lihenetum*, aufweisen (siehe N. 609), während zwischen ihnen, in den Vertiefungen, die Bleicherdeschicht fehlt, eventuell weggeblasen ist

β. *Die Depressionen.*

Die Depressionen auf dem Gipfel des Berges sind mit Moorkomplexen ausgefüllt. Vermerkt wurden folgende Assoziationen: Sphagnetum myrtillosum (N. 611 — 15. VIII. 1913) mit *Rubus chamaemorus, Empetrum nigrum, Carex globularis, Aulacommium palustre, Betula nana.*

Caricetum rotundatae sphagnosum an der tiefsten Stelle im Centrum der Depression und zwischen den Torfhügeln und Torfhöckern (siehe unten), mit (N. 612 — 15. VIII. 1913) *Eriophorum vaginatum, Sphagnum, Carex rotundata.* Dicranietum lichenosum (N. 613 — 15. VIII. 1913) auf Torfhügeln, welche das *Caricetum* umgeben und bis zu 1,5 — 2 m. hoch sind.

Feldschicht: *Betula nana* (niedrige Form), *Empetrum nigrum, Ledum palustre, Rubus chamaemorus* cop.

Bodenschicht: *Dicranum elongatum* mit *Ochrolechia tartarea var. thelephoroides,* und *Cladonia rangiferina* u. a. *Cladonien* überwachsen das *Sphagnum* an der Basalpartie der Hügel.

Sphagnetum empetrosum — an der Peripherie der Depression auf Torfhöckern mit (Nr. 614 — 15. VII. 1913) *Betula nana* cop., *Ledum palustre* cop., *Rubus chamaemorus* cop — soc., *Cladonia.*

Betuletum nanae (hohes) mit *Rubus chamaemorus* cop., in einer Erosionsrinne am Rande des Moores. Salicetum herbosum (Nr. 615 — 15. VIII. 1913) ebenda mit *Salix glauca x phylicifolia, Equisetum palustre longiramosum* und verschiedenen Kräutern.

b. Der Abhang.

Die Abhänge des Berges sind mit Wald bewachsen, dessen obere Grenze, auf dem Gipfel ein Empetretum nigri (Nr. 616 — 15. VIII. 1913) mit *Betula nana, Aira flexuosa, Vaccinium Myrtillus, Cladonia rangiferina* und Birkenstümpfen, bildet.

Hie und da hat sich ein Stückchen Betuletum chamaemoroso — herbosum erhalten (Nr. 617 — 15. VIII. 1913) mit 3 m. hohen tischförmigen Birken. Die Feldschicht besteht aus:

Anthoxanthum odoratum sp.	Geum rivale sol.
Veratrum Lobelianum cop. gr.	Rubus chamaemorus soc.
Trollius europaeus sp.	Pedicularis Sceptrum
Geranium sivaticum cop.	Solidago Virgaurea lapponica
Bartschia alpina	

Hie und da, im Empetretum nigri, wachsen auch vereinzelt Fichten, von 4,5 m. Höhe, 15 cm. Stammdurchmesser, mit trockenen Wipfeln; Stümpfe von 20 cm. Durchmesser; mit spärlichem Nachwuchs. Die Feldschicht darunter wird von der Assoziation Corneto — Myrtilletum gebildet, bestehend aus (Nr. 618 — 15. VIII. 1913) *Cornus suecica* soc., *Vaccinium Myrtillus* soc., *Calamagrostis copgr., Equisetum silvaticum* sp. gr., *Dryopteris Linnaeana* sol.

Boden: Humus 10 cm.; Bleicherde 7,5 cm. Kleine Steine in 18 cm. Tiefe.

Weiter unten auf dem Abhang beginnt das Betuleto — Picetum corneoso — myrtillosum.

Der Uebergang von der Pflanzendecke des Gipfels zum Walde auf dem Abhang kann sich auch vermittels folgender Assoziationen vollziehen:

Oben — die Assoziationen des Berggipfels.

Am Rande — Sphagnetum myrtillosum mit Carex globularis u. s. w.

Auf dem Abhang: Sphagnetum myrtilloso — herbosum, bestehend aus: (Nr. 619 — 15. VIII. 1913.)

Calamagrostis	Vaccinium uliginosum
Veratum Lobelianum	Bartschia alpina
Equisetum palustre longiramosum	Pedicularis lapponica
Geranium silvaticum	Pedicularis Sceptrum
Parnassia palustre	Solidago Virgaurea lapponica
Betula nana	Hieracium spec.
Vaccinium Myrtillus cop.	

Bodenschicht: *Sphagna; Aulacomnium palustre.*

An tieferen Stellen: *Carex limosa, Oxycoccus microcarpum. Betula tortlosa* sol.-sp., tischförmig, 2—3 cm. hoch, 15,5 dm. dick. Weiter unten folgt das Betuleto – Picetum herbosum.

Der Wald auf dem Abhange ist aus folgenden Associationen zusammengesetzt.

Piceto — Betuletum corneoso — myrtillosum (No. 620-15-VIII-1913.)

Makrorelief: Bergabhang, 60 m. über der Ebene.

Mikrorelief: eben.

Boden: Humus 5 cm.; Bleicherde 5 cm.; Ortstein
I. Etage: *Picea obovata* sp.-cop-mit Zapfen.
II. Etage: *Betula tortuosa* cop.
III. Unterholz: *Sorbus glabrata* Nachwuchs—gruppenweise.

Probefläche von 10×10 Schritt.

Art	Höhe des Baumes Meter	Durchmesser des Stammes cm.
Picea obovata	10	33 (Die unteren Zweige im Boden wurzelnd).
	Stumpf	22.75
	2	12.5
	2	17
	5	17
	1.5	
Betu a tartuosa	1.5	
	4.5	12.5 zweistämmig
	5	12.5
	4.5	7.5+zweistämmig
	1	
	2	
	2	
	1.5	Strauch
	1.5	Strauch
	5	10 zweistämmig
	6	12

IV. Feldschicht: *Cornus suecica* cop.-soc., *Vaccinium Myrtillus* cop.-soc.

Betuleto—Picetum herbosum, auf feuchterem Boden (No. 620 a—15—VIII—1913.)

I. und II. Etage, Unterholz wie bei der vorigen Assoziation, *Salix lanata* sp.

IV. Feldschicht:

Empetretum nigri lichenosum — an trockenen Stellen.

Picetum sphagnoso—herbosum. (No. 621—15—VIII—1913.)

Makrorelief: Abhang

Mikrorelief: eben

Boden: Humus 17.75 cm.; Bleicherde, feucht V, 12,5 cm.; feiner Sand.

Hie nnd da treten erratische Blöcke an die Oberfläche. Bäume wie in No. 620.

III. Unterholz: *Salix Lapponum;* reichlicher Birkennachwuchs.

IV. Feldschicht:

Calamagrostis	Rubus chamaemorus *)
Veratrum Lobelianum cop.	Filipendula Ulmaria
Trollius europaeus	Geum rivale
Geranium silvaticum sol.	Pedicularis Sceptrum
Betula nana (0,35 cm. hoch),	Cirsium heterophyllum cop.
	Solidago Virgaurea lapponica.

*) Auf Sphagnum

V. Bodenschicht: *Sphagnum* sp. gr. — cop, gr.

Sphagneta (kleine) in Depressionen und auf Vorsprüngen des Abhanges.

2. Anhöhe, 2 km. westlich von Sosnowetz.

Zwei km. westlich vom Dorfe Sosnowetz erhebt sich bis zu 50 m. abs. Höhe eine andere Anhöhe, wahrscheinlich eine frühere Deltabildung. Auf ihrem flachen Gipfel, ähnlich der Sokolja Gora, beobachten wir folgende Assoziationen.

Tundra Lichenetum auf trockenen Böden, mit *Empetrum nigrum* cop., *Betula nana* (niedrige), *Festuca ovina.*

Empetretum chamaemorosum in Depressionen. Torfboden, bestehend aus: (No. 622—18—VIII—1913)

Betula nana soc.	Vaccinium uliginosum cop.
Equisetum boreale cop. gr.	Vaccinium Vitis idaea cop.
Salix lanata cop.	Arctostaphylos alpina cpgr.
Rubus chamaemorus sp.	Empetrum nigrum soc.
Ledum palustre cop.	

Ochrolechietum tartareae mit *Cladonia rangiferina* sp. gr. — auf Torfhöckern im Empetretum.

Empetretum nigri microbetulosum — an der Peripherie des den Gipfel des Berges bedeckenden Plateaus (No. 623—18—VIII—1913.)

Baumbestand: *Betula tortuosa*: 2 m. hoch, sol. stark knorrig. *Picea exelsa*: Sträucher, 1—1,5 m. hoch sol.; Spuren von Abholzung.

Feldschicht: *Lycopodium annotlnum*) Vaccinium Myrtillus Betula nana cop.* (0.35 m. hoch), *Vaccinium Vitis idaea, Cornus suecica*), Ledum palustre sp., Empetrum nigrum soc.*

*) Unter den Birken.

Der sandige, nach Süden gewandte Abhang der Anhöhe, ist mit einem typischen Empetretum nigri lichenosum bedeckt (No. 624—18—VIII—1913), mit *Betula nana* (niedrige Form), *Arctostaphylos alpina* Rasen, *Polvtrichum strictum, Stereocaulon paschale, Cladonia silvatica.*

Sol.-sp. *Betula tortuosa*, tischförmig, Stämme an der Basis 7.5—10—12,75 cm. dick.

Weiter unten am Abhange, in einer Vertiefung beginnt ein Betuletum corneoso—myrtillosum, bestehend aus: (No. 625—18—VIII—1913.)

Baumbestand: *Betula tortuosa*, 3 m. hoch, Stammdurchmesser in Brusthöhe — 5 cm. — soc. *Picea obovata* — sol. gr. 2 m. hoch, vielstämmig Birkenstumpf — 12,75 cm. im Durchmesser.

Feldschicht: *Aira flexuosa montana, Vaccinium Myrtillus Cornus suecica, Empetrum nigrum.*

Bodenschicht: *Hypnum Schreberi, Hylocomium proliferum,*

3. Anhöhe im Westen vom Dorfe.

a. Der Gipfel.

Der flache Gipfel einer anderen, westlich vom Dorfe gelegen Anhöhe, von ca. 50 m. Höhe und aus Moränenrand mit erratischen Blöckern bestehend, ist mit folgenden Assoziationen bedeckt.

Ochrolechietum tartareae thelephoroides (No. 626) an den höchsten Stellen, auf Sandboden.

Sphagnetum chamaemoroso—vacciniosum in Depresionen mit Torfboden (Nr. 627-17-VIII-1913.)

Feldschicht: *Betula nana, Ledum palustre, Rubus chamaemorus* soc., *Vaccinium Vitis idaea* cop., *Arctostaphylos alpina* sp.

Bodenschicht: *Sphagnum, Polytrichum strictum, Dicranum Bergeri, Nephroma arctica, Ochrolechia tartarea var. thelephoroides.**)

*) Ueberwachsen die Moose auf den höchsten Torfhöckern.

Betuletum nanae sphagnosum (hohe Form) mit *Polytrichum strictum,* auf trockenen Moränenböden am Rande des den Gipfel bedeckenden Plateaus.

Vaccinietum myrtilloso — piceosum auf trockenem Moränenböden, bestehend aus: (Nr. 628-17-VIII-1913.)

Baumbestand: *Picea obovata*, sol., 3-4 m. hoch, 5 cm. Stammdurchmesser. Viele Fichten abgeholzt, Stämme von 20 cm. Dicke in Brusthöhe. Auch Mattenfichten.

Betula tortuosa sol., 3 m. Höhe, 5 cm. Stammdurchmesser.

Feldschicht: *Calluna vulgaris, Empetrum nigrum, Vaccinium Myrtillus* u. a. Zwergsträucher.

Bodenschicht: *Cladonia rangiferina, Sphagnum*flecken, *Hypnum Schreberi* (unter den Fichten).

Es besteht kein Zweifel, dass diese Assoziation an der Stelle eines Waldes enstanden ist, welcher teils durch Abholzung,

teils durch Versumpfung vermittels *Betula nana* — *Polytrichum strictum*, verschwunden ist.

b. Der Abhang.

Den nach Osten gerichteten Abhang bedeckt ein Piceto — Betuletum myrtilloso—corneosum, von folgender floristischer Zusammensetzung. (Nr. 629-17-VIII-1913.)

Makrorelief: Bergabhang.

Mikrorelief: eben.

Boden: Moränensand.

I Etage: *Picea obovata*, cop.-soc., bis zu 10 m. Höhe, 30 cm. Stammdurchmesser.

II Etage: *Betula tortuosa* sop.-soc.

III Unterholz; *Salix glauca x phylicifolia* sp., *Juniperus communis* sp., *Betula nana* sp., *Populus tremula* sol.

Reichlicher Birkennachwuchs. Fichte, geringer. Dichte des Baumbestandes 3.

Probefläche 10×10 Schritt.

Art	Höhe des Baumes Meter	Durchmesser des Stammes cm.
Picea obovata	1.5	
	2.5	2.5
	9	25
	2.2	3.75
	1	
	6	20
Betula tortuosa	3.5	5.
	0,7	—
	6	17,5
	0,7	—
	3	6
	3,5	6
	4	7,5
	2,5	5 (zweistämmig)
	2,5	
	2	2 (vielstämmig)
	1	1.5

IV. Feldschicht:

Equisetum silvaticum sol.-sp.
Dryopteris Linnaeana cop.-gr.
Aira flexuosa montana sp.-cop.
Cornus suecica cop-soc.
Vaccinium uliginosum cop.-soc.
Vaccinium Myrtillus cop.-soc.
Solidago Virgaurea lapponica sp.
Empetrum nigrum soc. — an offenen Stellen.

V. Bodenschicht:

Auf einer durch eine Strandlinie gebildeten Stufe erstreckt sich ein Sphagnetum chamaemoroso—piceosum, von folgender Beschaffenheit: (Nr. 630—17—VIII—1913).

Baumbestand: *Picea obovata* sp., absterbend. Häufig Moorfichten, mit trockenen Wipfeln.

Probefläche von 13 qu. m.

Höhe der gezählten Fichten 1; 1; 1; 0, 35; 1; 0, 7; 1, 5; 1 Meter.

Feldschicht: *Rubus Chamaemorus* soc.

Bodenschicht; *Sphagnum*

Sphagnetum empetrosum mit *Dicranum elongatum* auf den Torfhöckern.

Kihlmann (Herb. Hels.) sammelte bei Sosnowetz *Koenigia islandica*; auf einer Weide — *Draba incana*.

7 km. von Sosnowetz gegen die Babja hin sammelte Kilmann *Cirsium palustre* (Herb. Hels.)

Die Versumpfungserscheinungen machen sich hier, wie auch auf den anderen Anhöhen in hohen Grade bemerkbar, da alle ebenen Stellen mit Mooren bedeckt sind und die Wälder sich nur an den Abhängen erhalten konnten. Von der Ebene und von den versumpften Bergplateaus aus schieben sich die Moore in die Wälder der Anhänge hinein, so dass wir hier eine ganze Reihe Uebergangsassoziationen vom trockenen Walde zum nassen Moore beobachten können, wie z. B. das Betuletum nanae, das Betuletum nanae chamaemorosum. das Betuleto nanae—Saliceto herbosum.

F. Der Babja-Fluss und der Babja-See.

I. Das Plateau.

20 km. im S — W von Sosnowetz befindet sich die Mündung des Babja Flusses (Akjok), welcher dem Babja See (Akjawz) entspringt.

Die Gegend unterscheidet sich hier nur wenig von den Gegenden nördlich von Sosnowetz. Das ebene Plateau, welches am Meere mit einem steilen felsigen Uferabsturz endigt, ist mit einen Empetretum lichenosum Tundra bedeckt. (Nr. 631—18—VIII—1913) mit *Arctostaphylos alpina, Loiseleuria procumbens* u. s. w. Stellenweise liegt der grobsandige Boden offen da.

Dem Inneren des Landes zu, steigt die Gegend allmählich an.

Ca. 1 km. von Meeresufer entfernt wachsen auf einem Hügel die ersten tischförmigen Birken mit *Cornus suecica* co. - soc. als Feldschicht. Hinter diesem Hügel zieht sich auf dem Plateau ein Empetretum nigri dicraniosum hin, mit zahlreichen, bis zu 0,7 m. hohen Torfhöckern, mit. (Nr. 632—18—VIII—1913.)

Betula nana,
Vaccinium Vitis idaea,
Salix Lapponica,
Polytrichum strictum,
Dicranun Bergeri cop.
Empetrum nigrum soc.
Ledum palustre,
Polytrichum commune,
Dicranum elongatum cop.
Hypnum Schreberi.
Betula nana (die hohe Form).
Carex rotundata und

wachsen in den Vertiefungen zwischen den Torfhöckern.

Die tiefsten und nassesten Stelen sind von einem Caricetum rotundatae mit *Eriophorum vaginatum* eingenommen.

Den Uebergang von der Empetretum lichenosum Tundra zum Empetretum nigri dicraniosum vermittelt ein Betuletum nanae von 0,7 m. Höhe (No. 633—18 — VIII — 1912.) mit *Salix Lapponum, Empetrum nigrum, Carex sparsifolia, Cornus suecica cop. Slidago Virgaurea lapponica sol., Rubus arcticus sp.*

Bodenschicht: *Polytrichum strictum, Sphagnum*

Mikrorelief stark höckerig sol.; zwischen den Höckern Wasser.

II. Das Ufer des Meeres.

Am Meere stürzt das Plateau steil ab, ein Strand ist wenig ausgeprägt, die zahlreichen niedrigen ins Meer ragenden Felsen sind mit einer mehr oder weniger dicken Schicht Flugsand bedeckt.

Ein schwach geneigter, mit Flugsand bedeckter Hang am Flusse des Uferabsturzes, ist mit einem Juniperetum herbosum bewachsen, bestehend aus: (No. 634 — 18 — VIII — 1913.)

Sträucher: *Juniperus communis* soc., 1 m. hoch.

Feldschicht:

Rumex arifolius cop.
Veratrum Lobelianum sol.
Rubus arcticus cop.
Dianthus superbus sol.
Cornus suecica cop.
Epilobium angustifolium sp.
Vaccinium Myrtillus cop.
Solidago Virgaurea lapponica sp.

Näher zum Meere beginnt ein Empetretum nigri, welches noch weiter unten, in ein Empetretum nigri herbosum übergeht (No. 635 — 13. VIII. 1913.) mit *Cornus suecica, Festuca ovina sp. gr., Solidago Virgaurea lapponica, Betula nana sp., Aira flexuosa montana, Lycopodium Selago,*

Dianthus superbus, Solidago Virgaurea lapponica, Empetrum nigrum soc.

Noch näher zum Meere bildet die Vegetation auf dem Sande keinen geschlossen Rasen. Auf den einzelnen Rasenflecken dominiert ein Festucetum ovinae herbosum bestehend aus folgenden Arten: (No. — 636 17. VIII. 1913.)

Calamagrostis neglecta sp.	Juncus trifidus sol.
Festuca ovina vulgaris cop.-soc.	Rubus chamaemorus copgr.
Luzula spicata sp.	Achillea Millefolium cop.
Rumex arifolius sp.	Thymus Serpyllum spgr.
Festuca rubra cop.	Lycopodium Selago sp.
Elymus arenarius copgr.	Cornus suecica *)
Arctostaphylos alpina *)	
Polytrichum cop.	

*) In den Polytrichum Rasen — sol.

Noch näher zum Meere begint ein Elymetum arenariae aus: (No. 637 — 18. VIII. 1913.)

Elymus arenarius soc.	Dianthus superbus sp.
Festuca ovina vulgaris cop.	Rumex arifolius cop.
Festuca rubra cop.	Thymus Serpyllum cop.
Poa pratensis cop.	Achillea Millefolium cop.
Lathyrus maritimus *)	

*) näher zum Wasser.

Ganz nah am Meere wächst: *Halianthus peploides.*

Der Flugsand auf den niedrigen Felsen am Meere ist mit (No, 638. 18. VIII. 1913.) *Carex rigida cop., Festua rubra, arenaria* cop-soc., stellenweis auch *Halianthus peploides* (wo der Sand dichter ist) bewachsen. Weiter vom Wasser erscheinen *Achillea Millefolium* cop., *Festuca ovina* soc., *Lathyrus maritimus* cop., *Elymus arenarius* soc. und noch weiter — *Poa pratensis* cop. *Rumex arifolius* cop.

Südwestlich von der Mündung des Babja Fllusses, unweit von Pulonga, verläuft die Grenze zwischen den Provinzen Lapponia ponojensis und Lapponia Varsugae.

III. Der Babja See.

Kihlmann (1890) beschreibt einen Ausflug zum Babja See Akjawr) von Sosnowetz aus.

Die Entfernung dorthin beträgt ca. 40 km. Je weiter man sich ins Land hinein begibt, desto mehr steigt die Gegend an, sodass, ca. 15 km. von Sosnowetz entfernt, die abs. Höhe des Plateaus schon 130 m. beträft. Schon wenige km. vom Dorfe entfernt wachsen, nach Kihlmann 7 — 8 m. hohe, vielstämmige Fichten inmittender grünen, die Hänge bekleidenden, Birkenwälder. Bald verschwinden jedoch die Anhöhen, die Gegend wird flach, die Ebende ist mit Mooren und Sümpfen bedeckt. Diese Ebene

welche bis zu 250 m. abs. Höhe ansteigt, wird auf auf den Karten der Kola Halbinsel vor 1890 als „Tundra" bezeichnet.

Der Babosero (Akjawr) liegt in 207 m. abs Höhe inmitten niedriger bewaldeter (Birke und Fichte) Anhöhen, nicht selten sind mannshohe (30 — 32 cm.) dicke *Juniperus communis* Exemplare. Nicht weit vom Babosero liegt nach Aussagen meiner Führer die Quelle der Rjaboga, eines Zuflusses des Ponoi (siehe unten).

Was die erwähnte „Tundra" anbelangt, so ist sie, nach der Beschreibung Kihlmans zu urteilen, ein Moorkomplex, wie wir sie schon auf den Ebenen beim Sergosoro und am Wonsui (Regel 1923) gesehen haben, wo die Wälder ebenfalls nur auf den Anhöhen verbreitet sind.

G. Der Fluss Ponoi vom Dorfe bis zum Aatcherjok.

I. Das Tal der Rusiniha.

12 km. vom Dorfe Ponoi befindet sich auf dem linken Ufer des Ponoi das Tal der Rusiniha, welche nach Ausspruch von Brotherus (1873) den Ponoi Fluss in Miniature darstellt, da sie, gleich diesem, in einem tiefen felsigen Tale dahinfliesst. Ueber die Vegetationsverhältnisse sind wir durch Brotherus unterrichtet.

Kihlman (1890 pag. 196) erwähnt für die Südabhänge im Rusiniha Tal 4 — 5 m. hohe Birken, sowie einige Fichten mit abgehauten Wipfeln, von denen die höchste 3 m. hoch und 8 — 10 cm. dick ist. Fichtenstümpfe massen 23 cm. im Durchmesser

II. Die Stromschnellen des Ponoi.

13 km. oberhalb des Dorfes beginnen die Stromschnellen des Ponoi. Bis dahin ändert ich das Landschaftsbild wenig. Dieselben Wiesen und Heideassoziationen auf den Talhängen, nur das Gebüsch wird dichter und höher, und häufiger als in der nächsten Umgebung des Dorfes wächst hier die Fichte.

Am sogenannten grossen Wasserfalle wird das Tal bedeutend schmäler und ist von 130 m. hohen Felswänden eingefasst. Schäumend stürzt der Flus über das mit Felstücken und Steinen bedeckte Bett dahin, oben, über dem engen Kerbtal deht sich die Tundra aus, in den Ritzen der Felswände wachsen nur hie und da Fichten und Kräuter, wie *Rhodiola rosea, Astragalus arcticus, Oxytropis sordida* u. s. w. Westlich von der grossen Stromschnelle erweitert sich das Tal, die Schnellen sind weniger hoch, und von immer grösseren Strecken ruhigen Wassers unterbrochen, obstbaumförmige Birken bilden an den Talhängen kleine Haine mit eingestreuten spitzen Fichten.

III. Das Tal eines Baches.

Ca 20 km. oberhalb der grosen Strommschnelle mündet von links in den Ponoi ein in einem tiefen Tale fliessender Bach.

1. Der Strand des Ponoi.

Ueberaus reich an Arten ist hier der sandige Strand des Ponoi, auf dem folgende Pflanzen gefunden wurden: (Nr. 639 - 8. VIII, 1913)

Poa pratensis
Festuca rubra vulgaris ad fallacem
Festuca rubra barbata
Juncus alpinus
Phleum alpinum
Carex brunnescens
Luzula fastigiata
Molinia coerulea
Cerastium alpinum
Agrostis borealis
Potentilla alpestris
Erysimum strictum
Barbarea stricta
Oxytropis sordida
Hedysarum obcurum
Astragalus arcticus
Phaca frigida
Astragalus oroboides
Angelica Archangelica
Erigeron elongatum
Ligularia sibirica
Euphrasia curta

Moose: *Mnium affine, Brachythecium rivulare.*

Steinige Wiesen ziehen sich am Fusse des Talhanges hin.

2. Die Talhänge.

Die Talhänge des Ponoi Flusses sind mit dichtem Birken und Mischwald bedeckt. Folgende zwei Assoziationsserien wurden hier vom Flusse zum Plateau hinaus angelegt:

a. Talhang am linken Ufer des Ponoi oberhalb der Bachmündung.

Strand mit steiniger Wiese.

Assoziationen: Betuleto—Picetum myrtillosum. (Nr. 640 — 8. VIII, 1913.)

Probefläche in 20 m. Höhe über dem Flusse.

Makrorelief: schwach zum Fluss geneigte Stufe.

Mikrorelief: eben.

Boden: Humus 5 cm. Bleicherde Felsen in 15 cm. Tiefe.

I-Etage: *Picea obovata* sp. — 12 m. Höhe, 45 cm. Durchmesser.

II-Etage: *Betula tortuosa* soc., 4—5 m. Höhe, 7—10 cm. dick, Obstbaumform, vielstämmig.

III. Unterholz: *Juniperus communis* cop. Nachwuchs fehlt fast vollständig.

Dichte des Baumbestandes: 5—6—7—8.

IV. Feldschicht:

Aira flexuosa montana cop.	Veratrum Lobelianum *) copgr.
Poa pratensis	Aconitum septentrionale cop. gr.
Festuca rubra sp. *	Epilobium angustifolium sp. gr.
Millium effusum cop. *)	Geranium silvaticum cop. *
Equisetum silvaticum * cop.	Rubus arcticus sp. **
Dryopteris Linnaeana cop.	Vaccinium Vitis idaea sp.
Cornus suecica *	Vaccinium Myrtillus soc.
Pirola rotundifolia *) sol.	Linnaea borealis sp. **
Calamagrostis sp.	Veronica longifolia sp. *
Calamagrostis neglecta solgr.	Solidago Virgaurea lapponica cop. gr. *)
Lycopodium annotinum solgr.	Cirsium heterophyllum cop.
Melampyrum silvatium sp.	Matricaria ambigua *) sp. gr.

*) Auf offenen Stellen und Grasplätzen.
**) am Rande, unter Birken.

V. Bodenschicht: Geschlossener Teppich aus *Hypnum Schreberi, Hylocomium proliferum* mit Beimischung von *Nephroma arctica.*

Betuleto — Picetum empetroso — Myrtillosum. (Nr. 641 — 8.VIII.1913.)

Makrorelief; Talhang, 40 m. über dem Flusse.

Mikrorelief: eben.

I. Etage: *Picea obovata;* Abmessungen: 3 m. Höhe — 5cm Durchmesser; 8 m. Höhe — 25 cm. Durchmesser.

II. Etage: *Betula tortuosa*

Dichte des Baumbestehendes: 5.

IV Feldschicht:

Empetrum nigrum soc.	Vaccinium Myrtillus cop.-soc.
Lycopodium complanatum sp.	Vaccinium uliginosum cop.-soc.
Dryopteris Linnaeana copgr.	Melampyrum pratensis sp.
Luzula pilosa sp.	

V. Bodenschicht: *Cladonia silvatica* cop. mit Beimischung von *Hylocomium proliferum, Hypnum Schreberi.*

Betuletum empetroso — myrtillosum (Nr. 642 — 8. VIII. 1913.)

Makrorelief: Abhang in 60 m. über dem Flusse

Mikrorelief: eben Boden Fels, mit dünner Humusschicht.

I. Etage: *Betula tortuosa*, tischförmig, 3—4 m. Höhe, 10 cm Stammdurchmesser. Dichte des Baumbestehendes — 3.

IV. Feldschicht:

Festuca ovina sp.	Vaccinium uliginosum cop.
Aira flexuosa montana sp.	Vaccinium Myrtillus soc-cop.
Veratrum Lobelianum sol.	Vaccinium uliginosum cop.
Epilobium angustifolium sp.	Solidago Virgaurea lapponica sp.

V. Bodenschicht: sehr dicht. *Cetraria islandica maculata, Stereodon callichrous, Cladonia silvatica, Dicranum scoparium, Polytrichum strictum, Hypnum Schreberi, Drepanocladus exannulatus.*

Betuletum empetrosum — in 80 m. Höhe über dem Flusse. (Nr. 643 - 8. VIII. 1913).

Betula tortuosa, Tischform — 2 — 3 m. hoch

Feldschicht: *Empetrum nigrum* soc., *Arctostaphylos uva ursi.*

Bodenschicht: dichter Flechtenteppich aus *Cetraria islandica maculata, Cladonia silvatica,* Moose wie in Nr. 642.

b. Talhang am linken Ufer des Ponoi, unterhalb des Bachmündung.

Am Strand: steinige Wiese. Weiter oben beginnt ein Betuletum tortuosum (Nr. 644 — 8. VIII. 1913.)

Makrorelief: Vorsprung auf dem Talhang, 20 m. über dem Flusse.

Mikrorelief: eben.

Boden: Humus.

I. Etage: *Picea obovata* sol.-sol. gr., 5 m. hoch, 13 cm. Stammdurchmesser.

II. Etage: *Betula tortuosa* soc., 4-5 m. hoch, 7 cm. Stammdurchmesser.

III. Unterholz: *Daphne Mezereum* sol., *Juniperus communis* sp. Nachwuchs spärlich. Dichte des Baumbestandes 8-9.

IV. Feldschicht:

Poa nemoralis sp.
Dryopteris Linnaeana cop.
Lycopodium annotinum sol. gr.
Calamagrotis phragmitoides sp. gr.
Viola montanas cop.
Trollius europaeus sp.
Dianthus superbus sol.
Ranunculus borealis sp.
Cornus suecica cop.
Vaccinium Myrtillus sp.
Vaccinium Vitis idaea sp.
Cirsium heterophyllum sp.
Saussurea alpina sol.

Betuleto — Picetum myrtilloso — empetrosum, (höher hinauf) (No. 645-8. VIII. 1913.)

Feldschicht:

Dryopteris Linnaeana sol. gr.
Lycopodium annotinum sp.
Empetrum nigrum soc.
Vaccinium uliginosum soc.
Epilobium angustifolium sp.
Vaccinium Vitis idaea cop.
Vaccinium Myrtillus cop.
Calluna vulgaris sp. gr.

Das Betuletum myrtilloso — empetrosum (No. 645-8.VIII.1913) in 40 m. Höhe über dem Flusse, besteht aus strauchförmigen Birken von 3 m. Höhe und 7-8 cm. Stammdurchmesser.

In der Feldschicht: *Ledum palustre* sp., *Arctostaphylos uva ursi* sol. gr., *Empetrum nigrum* cop.-soc., *Vaccinium Myrtillus* sp. gr. Cladonietum auf den offenen Stellen zwischen den Strauchgruppen.

Betuletum myrtilloso–empetrosum in 60 m. Höhe über dem Flusse. (No. 646-8.VIII.1913.)

Makrorelief: Stufe auf dem Talhang, sanft zum Flusse geneigt.

Mikrorelief: eben

I Etage: *Betula tortuosa,* knorrig, vielstämmig, 3-4 m. hoch, 7-10 cm. Stamdurchmesser.

Unterholz: Birkensträucher; *Sorbus glabrata,* sol. 1-5 m. hoch. *Juniperus communis* sp. Birkennachwuchs. Dichte des Baumbestandes — 7

Feldschicht:

Aira flexuosa montana sp.
Veratrum Lobelianum sol.
Epilobium angustifolium sol.
Calluna vulgaris sp. gr.
Vaccinium uliginosum cop.-soc.
Vaccinium Myrtillus cop.-soc.
Arctostaphylos alpina sol.
Empetrum nigrum cop.-soc.
Pedicularis lapponica sol. gr.
Cirsium heterophyllum sp.
Solidago Virgaurea sp.

Bodenschicht: *Hypnum Schreberi, Polytrichum strictum* vorherrschend; beigemischt: *Cladonia silvatica, Nephroma arctica.*

Cladonietum vaccinioso – betulosum, höher auf felsigem Boden. (No. 647-8.VIII. 1913.)

I. Etage: *Betula tortuosa,* sol. gr. Tischform, 2-3, 5 m. hoch; 10 cm. Stammdurchmesser

Feldschicht:

Dianthus superbus sol.
Festuca ovina sp.
Aira flexuosa montana sp.
Viola biflora sp.
Epilobium angustifolium sp.
Arctostaphylos alpina sol. gr.
Viola biflora sp.
Epilobium angustifolium sp.
Arctostaphylos alpina sol. gr
Arctostaphylos uva ursi sp. gr.
Vaccinium ulginosum cop.
Vaccinium Myrtillus cop.
Empetrum nigrum cop.
Pedicularis lapponica sp.
Vaccinium Vitis idaea sp. gr.
Campanula rotundifolia lapponica sol.

Bodenschicht: Dichter Flechteteppich aus *Cladonien*

Betuletum microbetuloso—vacciniosum in 100 m. Höhe über dem Flusse. (Nr. 6488.VIII.-1913.)

Nur tischförmige Birken. *Betula nana* — cop. — soc. 0,5 m. hoch

Unterholz Feldschicht: *Vaccinium uliginosum, Empetrum nigrum* dominierend.

In 105 m. Höhe über dem Flusse beginnt die, das Plateau bedeckende Tundra.

3. **Das Plateau.**

Das wellige Plateau zu beiden Seiten des Flusstales ist mit Tundra Assoziationen bedeckt, welche denjenigen beim Dorfe Ponoi recht ähnlich sind.

Empetreta nigri, Arctostaphyleta u. a. Associationen nehmen, ohne einen geschlossenen Rasen zu bilden, die erhöhten trockenen, sandigen, felsigen und Skelettböden ein. An den Rändern der Flusstäler, wie z. B. des Ponoi, wachsen vereinzelt Tischbirken, welche in der Umgegend des Dorfes Ponoi vollständig fehlen.

Depressionen auf dem Plateau sind mit verschiedenen Associationen der Sumpfböden bedeckt, weniger versumpfte Stellen nimmt ein Betuletum nanae (mit *Salix lanata, Polygonum viviparum, Polytrichum strictum)* ein.

Auf Lehmboden wurde auf dem linken Flussufer eine lehmige Fleckentundra beobachtet, welche allerdings keine grosse Fläche bedeckte (No. 649 — 8. VIII. 1913.)

Makrorelief: Ebene, von Felsen eingefasst.
Mikrorelief: kleine Höcker
Boden: Lehm, mit Spalten (Polygonboden)

Feldschicht: Vegetation in Flecken.

Equisetum silvaticum cop.	Eriophorum vaginatum sp.
Betula nana cop.	Vaccinium uliginosum cop.
Festuca ovina sp.	Empetrum nigrum cop.
Polygonum viviparum sp.	Arctostaphylos alpina *
Salix lanata sp.	Nardosmia frigida sp.

*) Einzelne Rasen bis zu 1 m. im Durchmesser.

IV. Die Mündung des Purnatsch.

1. Von den Stromschnellen bis zum Purnatsch.

Oberhalb der Mündung des obenerwähnten Baches, wird der Wald auf den Talhängen immer dichter, während oben auf dem Plateau sich die gleiche, einförmige Tundra ausbreitet. Ein Stückchen unterhalb des Rjaboga Flusses (Riibuaj) erscheinen die ersten Kiefern. Die Feldschicht in den Birkenwäldern, welche die nur hie und da ausgebildeten Talsohlenstücke bedecken, besteht vorzugsweise aus Kräutern und Gräsern, diejenige der Wälder auf den Talhängen aus Zwerg- und Spaliersträuchern.

Ca. 75 km. vom Meere entfernt mündet von links in den Ponoi der Purnatsch*). Gleich dem Ponoi fliesst er rasch, zahlreiche Strommschnellen bildend, in einem von hohen Talhängen umgebenen Tale dahin; sein Lauf ist in geographischer Hinsicht unerforscht, und die Lage der Quellen unbekannt.

2. Das rechte Ufer des Ponoi.

a. Das Alluvium.

Auf der Alluvial terrass an der Mündung des Purnatsch in den Ponoi ist der Wald zum grossen Teile vernichtet, da hier

*) Purnaj auf der Karte der finnischen Expeditionen.

seit Alters her die auf dem Ponoi reisenden Lappen halt machen, wovon die zahlreichen hier vorhandenen Spuren und Reste ihrer Gammen zeugen. An Stelle des Waldes ist hier eine Heide entstanden.

Am Ufer des Purnatsch wird diese Heide von einem Cladonietum betulosum gebildet mit (No. 650 — 8. VII. 1913) einem Rasen aus *Cladonien, Cetraria nivalis, Polytrichum* vereinzelten Birken von 4 m. Höhe und 12-15 cm. Stammdurchmesser, *Betula nana* in Gruppen u. s. w.

Hie und da hat sich als Rest des Waldes ein Betuletum cladoniosum erhalten.

Am Ufer des Ponoi wird die Terrasse von einem schmalen Streifen des Betuletum herbosum umsäumt, bestehend aus: (No. 651 — 6 — VIII — 1913.)

I Etage — *Betula tortuosa* soc., 7 m. hoch, 17 — 18 cm. Stamm-Durchmeser.

Dichte des Baumbestandes — 8

Feldschicht:

Dryopteris Linnaeana	Trientalis europaea
Aira flexuosa montana sp.	Epilobium angustifolium sol.
Festuca ovina cop.	Linnaea borealis sp. gr.
Luzula parviflora	Veronica longifolia
Veratrum Lobelianum cop. gr.	Campanula rotundifolia sp.
Cornus suecica cop.	Vaccinium Vitis idaea sp.-cop.

Podenschicht: *Hypnum Schreberi; Polytrichum comune.*

Am Flusse ziehen sich steinige Wiesen dahin mit *Calluna vulgaris, Chrysanthemum bipinnatum* u. a.

Auf lehmigem Boden wächst der Bastard: *Juncus arcticus x filiformis.*

Zwischen dem Betuletum herbosum und dem Talhang dehnt sich auf der Alluvialterasse ein Sphagnetum empetroso-piceosum (No. 652—6—VIII—1913) aus, mit gruppenweise eingestreuten Fichten.

Eine Probefläche von 10 × 10 Schritt zählte Bäume von folgender Grösse.

Name	Höhe des Baumes Meter	Durchmesser des Stamme cm.
Piceaobovata	0,5 0,5 0,2 0,25 0,75 0,5	

Name	Höhe des Baumes	Durchmesser des Stamme
	0,2	
	0,2	
	1	
	1	
	0,5	
	3,5	7,5
	1,5	
	1,5	
	1,5	
	1,5	
	1,5	
	0,5	
	0,5	
	0,35	
	0,13	
	0,2	
	0,5	
	5	13

Unterholz: *Betula nana*, 0,75 m. hoch

Feldschicht: *Rubus chamaemorus*, *Vaccinium uliginosum*, *Ledum palustre*, *Empetrum nigrum* cop.

Bodenschicht: *Sphagna* soc.

b. Der Talhang.

Den Talhang bedeckt ein Picetum myrtilloso-empetrosum folgenden Charakters. (No. 653–6—VIII—1913).

I Etage: *Picea obovata* soc., 10—14 cm. boch, 48 dick.

II Etage: *Betula tortuosa* sp.

III Unterholz: fehlt, reichlicher Fichtennachwuchs in Gruppen; Nachwuchs der Birke zerstreut. Dichte des Baumbestandes: 4—5—6—7.

Probefläche 10×10 Schritt.

Art	Höhe des Baumes Meter	Durchmesser des stammes cm.
Picea abovata	0,3	
	9	18
	6	10

Art	Hdhe des Baumes	Durchmèsser des Stammes
	1,5	
	5	10
	3	5
	6	16
	0,5	
	7	15
	8	15
	5	13
Betula tortuosa	1	
	1	
	1	
	1	
	1,5	
	3	
	5	10
	4	7
	7	15

IV. Feldschicht:

Vacciuium Myrtillus cop.-soc.
Vaccinium uliginosum cop.-soc.
Empetrum nigrnm cop.-soc.
Lycopodium annotinum sp. gr.
Rubus arcticus sol.
Cornus suecica sp.
Linnaea borealis sp.
Luzula pilosa sp.
Pedicularis lapponica sp. gr.

V. Bodenschicht: *Hylocomium proliferum, Hypnum Schreberi. Polytrichum commune.*

C Das Plateau.

Auf dem welligen Plateau herrschen baumlose Assoziationen vor zwischen denen sich die Wälder nur in der Form von kleinen Waldinseln erhalten haben. Die Höhe des Plateaus über dem Flusse beträgt 30—40 m., weiter von Flusstale steigt es jedoch auf 60—70 m. an.

α. *Die Waldinseln.*

Gehen wir zuerst zur Beschreibung der Waldinseln über, welch enur die höheren Partien auf dem Plateau — trockene Moränen böden oder Hügel aus Urgestein — bedecken. Wir wollen folgende Inseln genauer betrachten.

A. Waldinsel 60 m. über dem Flusse, auf dem Plateau, auf kleiner Anhöhe gelegen.

Assoziationen: Betuleto — Picetum cladoniosum (Nr. 654—7. VIII. 1913.)

Makrorelief: flache schildförmige, etwas an den Rändern abfallende Erhöhung.

Mikrorelief: eben.

Boden: grober Sand, in dünner Schicht auf Gneisfelsen lagernd (Skellettboden).

I. Etage: *Picea obovata* sol. gr., 6 m. hoch 25 cm. Stammdurchmesser, abgestorben; oder 5 m. hoch bei 22 cm. Stammdurchmesser.

II. Etage: *Betula tortuosa* soc., knorrig, Tischförmig, 3—3,5 m. hoch, 13 cm. dick.

III. Unterholz: *Juniperus communis* sol.-sp. In Gruppen unter den Bäumen. Fichtennachwuchs, 1 m. hoch; 2,5. hoch — 5 cm. Stammdurcmesser; 2 m. hoch—5 cm. Stammduchmesser. Dichte des Baumbestandes: 3 — 4

IV. Feldschicht:

Lycopodium alpinum sp.
Lycopodium clavatum sol.
Epilobium angustifolium sol.
Vaccinium uliginosum sp.
Vaccinium Vitis idaea sp.
Empetrum nigrum sp. gr.
Epilobium angustifolium sol.

V. Bodenschicht: *Polytrichum strictum sp., Cladonia silvatica sol., Polytrichum commune sp. gr., Cetraria nivalis* cop.

An der Peripherie der Waldinsel wird die Menge von *Betula nana* und *Polytrichum* gröser. *Sphagnum* flecken treten auf, *Cornus suecica* cop., *Veratrum Lobelianum* - sol. wachsen in tiefer gelegenen Stellen.

II. Sphagnetum myrtillosum, einen Gürtel um die Waldinsel herum bildend, bestehend aus (No. 655 — 7. III. 1913) *Empetrum nigrum, Vaccinium Myrtillus, Betula nana, Equisetum boreale, Salix myrtilloides, Vaccinium uliginosum.*

III. Dicranietum elongati lichenosum, auf Torfhöckern (0,7 m. hoch). In. 0,3 m. Tiefe unter ihnen befindet sich Eisboden.

Moorfichten von 0,7 m. Höhe, abgestorben.

B. Waldinsel auf niedriger Bodenschwelle in 70 m. Höhe über dem Flusse

Assoziationen: Betuleto-Picetum cladoniosum (No. 656—7. VIII. 1913.)

Makrorelief: Bodenschwellung in der Tundra.

Mikrorelief: eben.

Boden: Humus 3,5 cm. Bleicherde, Sand mit Steinen in 13 cm. Tiefe.

I. Etage: *Picea obovata* sp. 5 m. hoch, 20 cm. dick mit zapfen.

II. Etage: *Betula tortuosa* cop-soc., 3 m. hoch 5 — 8 cm. dick, vielstämmig, knorrig; Obstbaumform, einzelne tischförmige.

III. Unterholz: fehlt; an der Peripherie *Betula nana*. Nachwuchs nicht berbachtet.

Dichte des Baumbestandns: 1 — 2

IV. Feldschicht:

Aira flexuosa montana sp.
Festuca ovina sp.
Vaccinium uliginosum sp.
Vaccinium Vitis idaea sp.
Empetrum nigrum sp. cop.
Vaccinium Myrtillus sp. gr.

V. Bodenschicht:

Cladonia alpestris
Cladonia silvatica
Cladonia rangiferina
Cladonia coccifera cop.
Stereocaulon paschale cop.

C. Waldinsel auf dem Plateau, aber niedriger, als die in B beschriebene, gelegen.

Fast alle Fichten sterben ab, vermerkt wurde eine 5 m. hohe und 25 cm. dicke trockene Fichte. *Betula tortuosa* cop. — soc., 3—4 m. hoch, *Betula nana* cop., 1 m. hoch.
Die Bäume sind z. b. von Menschenhand entstellt.

D. Waldinsel auf einer Bodenschwellung in 60 m. Höhe über dem Flusse, in der Nähe des Flusstales.

Assoriationen: Betuleto—Picetum cladoniosum (No. 657 — 7. VIII. 1913.)

Makrorelief:
Mikrorelief: wie in A und B.

Boden: dünne Humusschicht, darunter Sand; in 15 cm. Tiefe Steine.

I. Etage: *Picea obovata* sp. gr., 7 m. hoch, 32 cm. dick mit Zapfen.

II. Etage: *Betula tortuosa* cop. — soc., 5 m. hoch, 13 cm., dick, vielstämmig, Obstbaumform, am Rande der Waldinsel tischförmig.

III. Unterholz: fehlt; Am Rande *Betula nana; Nachwuchs:* reichlich Birke und Fichte. Dichte des Baumbestandes 6—7.

IV Feldschicht:

Festuca ovina sp.
Veratrum Lobelianum cop.
Rubus arcticus sol.
Cornus suecica sp.
Epilobium angustifolium sol.
Vaccinium Vitis idaea sp.
Vaccinium uliginosum sp.
Vaccinium Myrtillus cop.
Empetrum nigrum cop.

V. Bodenschicht:

Cladonia silvatica
Cladonia rangiferina
Nephroma arctiea
sp.—cop.
Hypnum Schreberi cop.
Hylocomium proliferum cop.

Am Rande der Waldinsel erscheinen in grosser Menge *Betula nana, Polytrichum commune,* zerstreut — *Sphagnumflecken.*

Die nicht bewaldeten Bodenerhöungen auf dem Plateau sind mit einem geschlossenen Flechtenteppich mit Beimischung der gewöhnlichen Zwerg-und Spalierstäucher, bedeckt.

β. *Die Tundra.*

Alle Depressionen auf dem Plateau sind mit Torftundra und Tundramooren bedeckt, welche nur durch die sich auf den kleinen Erhebungen des Bodenrelief befindlichen Waldinseln unterbrochen werden. Folgende Assoziationen wurden hier vermerkt:

A. Dicranietum elongatae (No. 658 — 7. VIII. 1913)

Makrorelief: eben

Mikrorelief: höckerig, Torfhöcker mit einer Flechtenkruste bedeckt.

Boden: dicke trockene Torfschicht.

Feldschicht: — schwach ausgebildet.

Bodenschicht: *Dicranum elongatum* soc.; *Sphagnum* fehlt.

B. Sphagnetum empetroso — myrtillosum. (Nr. 653 — 7. VIII, 1913.)

In der Nähe der Waldinseln gelegen:

Makrorelief: eben.

Mikrorelief: stark höckerig.

Boden: Torf — 0,3 — 0,5 m. mächtig, stellenweise auch von geringerer Mächtigkeit.

Feldschicht: schwach ausgebildet: *Rubus chamaemorus, Vacinium uliginosum, Equisetum boreale, Empetrum nigrum cop. Vaccinium Myrtillus cop.*

Bodenschicht: *Sphagna* soc. Auf den Torfhöckern *Cladonien.*

C. Picetum corneosum (No 660 — 7. VIII. 1913)

Makrorelief: kleine Vertiefung im Sphagnetum, (siehe Fig.

Mikrorelief: eben.

Boden: steinig — felsig; ringsherum Torf.

Baumbestand: *Picea obovata,* einige Exemplare: von 6 m. Höhe bei 20 cm. Stammdurchmesser und 4 m. Höhe bei 8 cm. Stammdurchmesser.

Unterholz: *Betula nana* cop. (1 m. hoch; *Salix lanata* sp. reichlich Fichtenunterholz: auf 4, 5 qu. m. wurden folgende Bäume gezählt: 0,5 m. 0,7 m.; 0,7 m.; 0,45 m.; 0,3 m. höhe

Feldschicht: *Equisetum silvaticum Carex capillaris Ranunculus lapponicus, Cornus suecica cop., Vaccinium uliginosum.*

Bodenschicht: *Pohlia nutans; Hypnum Schreberi Drepanocladus exannulatus.* Caricetum rotundatae an den tiefsten Stellen.

D. Sphagnetum herbosum (No. 661 — 7. VII. 1913.)

Am Rande eines, auf dem Plateau fliess enden Wasserlaufes.

Feldschicht: *Epilobium palustre, Arctagrostis latifolia, Eriophorum angustifolium, Filipendula Ulmaria.*

Sträucher. *Salix lanata, Betula nana.*

Bodenschicht: *Sphagnum*teoppich.

E. Salicetum phylicifoliae betuloso–herbosum. (No· 662 — 7. VIII. 1913.)

Makrorelief: tiefe Erosionsrinne, mit Wasserlauf, beim oberen Rande des Tales des Ponoi; Gefälle zum Flusstale.

Boden: Humus.

Bäume knorrige Birken, Obstbaumform, 5 m. Höhe bei 15 cm. Stammdurchmesser.

Sträucher: *Salix phylicifolia, Salix glauca x phylicifolia Salix phylicifolia nigricans;* alle — cop.—soc.

Feldschicht: *Arctagrostis latifolia, Pedicularis palustris, Veratrum Lobelianum, Saussurea alpina* u. a.

Beim oberen Rande des Tales des Ponoi herrschen auf ebenem Terrain die Tundramoore nicht mehr vor; es dominiert hier die trockene Flechtentundra mit eingestreuten Waldinseln aus zahlreichen 2 m. hohen Tischbirken. Der sandig-steinige Boden ist mit Flechten und Zwergsträuchern bedeckt.

3. Das linke Ufer des Ponoi.

Auf dem linken Ufer des ponoi ist der Mündung des Purnatsch gegenüber, keine Talsohle ausgebildet, so dass der Talhang hier unvermittelt am Flusse ansteigt. (Fig. 5, Seite 213)

a. Das Plateau.

α *Die Tundravereine.*

Oben erstreckt sich auf dem Plateau eine ähnliche Tundra mit eingestreuten Waldinseln, wie auf dem rechten Ufer des Ponoi. Vorherrschend sind die Vereine der Tundramoore sowie die Torftundra, welche aus folgenden Assoziationen zusammengesetzt sind:

A. Dicranietum elongatae lichenosum, die grösste Fläche einnehmend. No. 663 — 6. VIII. 1913.

Makrorelief: Ebene auf dem Plateau.

Mikrorelief: stark höckerig. Torfhöcker auf Unebenheiten des Untergrundes ruhend, bis zu 0,3 m. hoch, aus *Dicranum*torf bestehend, darunter liegt *Sphagnum*torf. Hie und da erratisch. Blöcke; Bodeneis in 0,3 m. Tiefe unter den Höckern.

Feldschicht: *Rubus chamaemorus* cop. *Carex rariflora* spgr; *Empetrum nigrum* (nur auf den Torfhöckern); *Eriophorum vaginatum* und *Carex rotundata* in den Vertiefungen zwieschen den Torfhöckern.

Bodenschicht: *Dicranum elongatum* dicht mit *Ochrolechia tartarea var. thelephoroides* bewachsen. *Polytrichum strictum* — hie und da. *Sphagnum* nur in den Vertiefungen zwieschen den Tofhöckern.

B. Sphagnetum empetrosum mit *Rubus chamaemorus, Empetrum nigrum, Vaccinium Myrtillus.* Vereinzelt Moorfichten von 0,5 m. Höhe C. Caricetum rotundatae (No. 664 — 6 — VIII — 1913) in Vertiefungen und Depressionen auf dem Plateau, auf sehr nassem Torfe bestehend aus: *Carex rotundata soc., Eriophorum angustifolium sp. gr.; Carex vesicaria cop. gr.; Carex chordorrhiza, Scirpus caespitosus.* C. D. Betuletum nanae—Salicetum sphagnosum. Viel weniger und nur an geschützten Stellen verbreitet. (Nr. 665—6. VIII. 1913.)

Betula nana (hohe Form) cop. — soc.; *Salix* Arten *(glauca x phylicifolia, lanta)* cop. — soc., *Equisetum palustre longiramosum, Eriophorum angustifolium,* dichter *Sphagnum*teppich. *Dicranum elongatum, Ochrolechia tartarea var. thelephoroides* nur auf hohen Torfhöckern.

Es lässt sich deutlich ein Vorrücken des Dicranietum elongati lichenosum auf das Betuleto nanae-Salicetum sphagnosum beobachten.

β *Bäche auf dem Plateau.*

An den Rändern der durch die Tundra fliessenden Bäche ist die Vegetation ganz andes, wie aus folgendem ersichtlich ist.

A. Tundra Muscetum (Nr. 666 — 6. VIII. 1913).

Makrorelief: Ebene, sanft nach SW. geneigt, in der Nähe eines Baches.

Mikrorelief: kleine Torfhöcker.

Boden: Torf, zwischen den Höckern nur ganz dünne Schicht, darunter die Moräne.

Feldschicht: (auf Torfhöckern) *Lycopodium Selago* sol., *Vaccinium Myrtillus* cop., *Juniperus communis* sol., *Vaccinium uliginosum, Empetrum nigrum* sp., tischförmig, 0,7 m. hoch.

Bodenschicht: *Hypnum Schreberi, Polytrichum commune.*

Sphagnetum herbosum (No. 667 — 6. VIII. 1913).

In den Vertiefungen zwischen den Torfhöckern.

Boden Torf.

Bäume: *Betula tortuosa,* cop., 3,5—4 m. hoch, 10—13 cm. Stammdurchmesser, obstbaumförmig (am Rande Tischform.) *Picea obovata* 2 m. hoch sol.—sp., 5 m. Höhe, 18 cm. dick, z. T. absterbend. Zweige nach Süden gerichtet.

Sträucher: *Salix phylicifolia, Salix glauca x phylicifolia.*

Feldschicht: *Arctagrostis latifolium* sp. — cop., *Geranium silvaticum.*

Carex sparsiflora sp.-cop.
Equisetum palustre longiramosum cop.
Betula nana cop.
Calamagrostis phragmitoides spg.
Carex caespitosa cop.-soc.
Anthoxanthum odoratum sp.
Trollius europaeus sp.
Allium sibiricum sp.
Polygonum viviparum sp.
Comarum palustre
Filipendula Ulmaria sp.
Pedicularis lapponica sp. gr.
Pedicularis Sceptum sol.sp.
Bartsclia alpina sp.
Saussurea alpina sol.-sp.
Parnassia palustris sp. gr.

Bodenschicht:

Hylocomium prolifirum, Compylium stellatum, Calliergon stramineus, Sphagnum cop. — soc., *Campthothecium nitens.*

Unter den Fichten wird die Feldschicht von einem Corneto — Myrtilletum gibildet.

C. Caricetum rotundatae in, mit Wasser gefüllten, Vertiefungen, bestehend aus (No. 668—6. VIII. 1913): *Carex rotundata* cop.-soc., *Scirpus caespitosus, Eriophorum vaginatum.*

D. Caricetum rariflorae, wie Nr. 668.

Spagnetum chamaemorosum (No. 669 — 6. VIII. 1913).

Makrorelief: eben

Mikrorelief: Torfhöker.

Bäume: *Picea obovata sol.* 3 m. hoch, 10 cm. Stammdurchmesser; Zweige nach Süden gereichtet; *Betula tortuosa* sol. 1,5—2 m. hoch.

messer Zweige nach Süden gerichtet; *Betula tortuosa* sol. 1,5—2 m. hoch.

Sträucher: *Salix glauca x phylicifolia* sp.

Feldschicht:

Betula nana cop.-soc. (0,35 m. hoch)
Vaccinium uliginosum
Saussurea alpina
Vaccinium Vitis idaea
Rubus chamaemorus sp.gr.
Lycopodium Selago sol.
Carex caespitosa
Comarum palustre

Bodenschicht: *Sphagnum* soc. auf Torfhöckern, *Dicranum elongatum, Ochrolechia tartarea var. thelephoroides.*

γ *Waldinseln.*

Eingestreut inmitten der Tundra finden wir eine Reihe Waldinseln, von denen wir folgende erwähnen wollen:

A. Waldinsel in 100 m. Höhe über dem Flusse.

Vorherrschende Assoziationen:

Betuleto—Picetum cladoniosum (Nr. 670—6. VIII. 1913).

Makrorelief: Bodenschwellung, sich kaum über der Tundra erhebend.

Mikrorelief: eben; Höcker nur an der Peripheriei.

Boden: Humus: 2.—2.5 cm.; Bleicherde: 10 cm. der Assoziation Roter Sand 7.5 Felsen. Kleine Steine; Erratische Blöcke.

I. Etage: *Picea obovata* sol.—sp. 5—6 hoch, 23—25 cm. Stammdurchmesser, häufig vielstämmig, absterbend, kegelförmiger Stamm.

II. Etage: *Betula tortuosa* sp.—cop. knorrig, vielstämmig, 3—4 m. hoch, (Tischform 1—2 m. hoch), 5—8 cm. Stammdurchmesser,.

III. Unterholz: *Juniperus communis.* Tischform, 1 m. Höhe, 12 cm. Stammdurchmeser.

Nachwuchs: Birke in Gruppen, von 0,1 m. Höhe. Dichte des Baumbestandes 1. Analyse des Stames von *Betula tortuosa* (siehe Regel 1920 (1915) pag. 18. Nr, 27.)

IV. Feldschicht:

Lycopodium alpinum sp.	Vaccinium Vitis idaea sp.
Carex rigida sp.	Vaccinium Myrtillus sp.
Carex brunnescen sp.	Empetrum nigrum
Festuca ovina sp.	Solidago Virgaurea lapponica sp.
Aira flexuosa montana sp.	Hieracium sol.
Veratrum Lobelianum sol. *)	

*) Unter den Birken — sp.

V. Bodenschicht:

Cladonia rangiferina sp.	Hypnum Schreberi sp.
Cladonia silvatica	Polytrichum strictum sp.
Cetraria islandica	
Cladonia rangiferina	Polytrichum juniperinum sp.

Betula nana, Polytrichum, Sphagnum Flecken treten am Rande des Waldinsel auf.

B. Waldinsel 100 — 120 m. über dem Flusse (Nr. 671 —6— VIII — 1913.)

Association *Betuleto-Picetum cladoniosum.*

Makro und Mikrorelief wie vorhergehend.

Boden: Humus: 2.5 cm. / Bleicherde 10 cm. / 2 — 4 cm. } grober Sand mit kleinen Steinen

Felsen. Erratische Blöcke an der Oberfläche.

I Etage: *Piceta obovata* sol.—sp., mit Zapfen, 6—7 m. Höhe, 43 cm. Stammdurchmesser, vielstämmig nach Norden gerichtete Zweige abgestorben. Kegelstamm.

II Etage: *Betula tortuosa* sp.—cop. 5 m. hoch, 18 cm. Stammdurchmesser, knorrig, z. T. vielstämmig, Obstform, am Rande der Waldinsel auch Tischform.

Unterholz: *Juniperus communis,* Tischform, sp.; *Salix glauca x phylicifolia* sol.; *Sorbus glabrata* sol, 2—3—5 m. (Strauchförmig); *Betula nana* cop. erscheint am Rande.

Analyse eines Fichtenstammes siehe Regel, 1920 (1915) pag. 24 Nr. 24.

Probefläche 10 × 10 Schritt.

Name	Höhe des Stammes Meter	Durchmesser des Stammes cm.
Pilea excelsa	5	20 3 Stämme
	4	8
	4	10
	6	20+10+17 (3 Stämme)
	7	30+25+25+20 (4 Stämme)
Betula tortuosa	4	9
	5.5	16
	0.17	
	0.15	
	0.17	
	0.17	
	0.17	
	0.1	
	0.15	
	0.12	
	0.15	
	0.08	
	0.05	
Sorbus glabrata	2	
	3.5	

IV. Feldschicht: spärlich unter den Fichten, dichter untes den anderen Bäumen.

Festuca ovina sol.-sp.
Aira flexuosa montana sol.-sp.
Vaccinium Myrtillus sp. gr.-sp.
Vaccinium Viiis idaea sp. gr.-cop. gr.*
Linnaea borealis sp. gr.-cop.*
Empetrum nigrum sp.
Epilobium angustifolium sol.
Aspidium spinulosum sol.

*) Unter den Bäumen.

V. Bodenschicht: wie vorhergehend.

An den Rändern, *Polytrichum, Betula nana* in grosser Menge *Sphagnum* flecken; hier beträgt die Dicke der Humusschicht 5 cm., Bleicherde 10 cm., 7.5 cm.

Die Waldinsel ist von einem typischen Dicranietum elongatae lichenosum umgeben.

b. Die Abdachung des Plateaus.

Zum Flusstale hin senkt sich das Plateau allmählich, die Wälder nehmen hier eine bedeutend grössere Fläche ein, als auf der Fleche des Plateaus, und werden nur von kleineren Mooren unterbrochen. Folgende Assoziationen wurden hier vermerkt.

A. Betuleto—Pinetum cladoniosum. (Nr. 672—6—VIII—1913.)

Makrorelief: Ebene, leicht nach Süden hin geneigte Fläche.

In worden — oben befindet sich die Torftundra; im Süden, unterhalb, liegt das Tal des Ponoi.

Mikrorelief: eben.

Boden: Humus 2 cm. Bleicherde 4 — 7. 5 cm. Roter sand 11 — 12 cm. Steine.

I. Etage: *Picea obovata* sp., mit Zapfen, 5-6 m. Höhe, 20 —35 cm. Stammdurchmesser;

II. Etage: *Betula tortuosa* cop., 3 m. Höhe, 7,5 cm. Stammdurchmesser. Obstbaumform und Tischform. Je weiter Zum Flusstale hin, desto höher wird die Birke.

III. Unterholz: fehlt.

IV. Feldschicht:

Lycopodium complanatum sp.	Arctostaphylos uva ursi sp.gr.
Aira flexuosa montana sp.	Vaccinium Vitis idaea sp.
Empetrum nigrum cop.	Vaccinium Myrtillus sp.
Solidago Virgaurea lapponica sol.	Vaccinium uliginosum sp.

V. Bodenschicht:

Cladonia alpestris		*Stereocaulon paschale*
Cladonia silvatica	soc.	*Nephroma arctica*
Cladonia rangiferina		*Hypnum Schreberi*

B. Betuleto—Picetum empetroso—myrtillosum. Boden wie vorhergehend; in 15 cm. Tiefe — Gestein. (No. 672a 6-VIII-1913.)

Ca. 20 m. niedriger, wo die Bäume höher sind und dichter stehen, weist eine Probefläche folgenden Baumwuchs auf:

Art	Höhe des Stammes Meter	Durchmesser des Stammes cm.
Pilea abovata	6	18
	6	2 stämmig
	7	20
	3	5
	3	5
	3	5
Betula tortuosa	5	15 2 stämmig
	5	15
	4	12
	3.5	10
	4	12
	4.5	12 2 Stämme
	4	10 3 Stämme

Feldschicht: *Cornus suecica* sp.gr., *Empetrum nigrum* cop., *Vaccinium Myrtillus* cop., *Veratrum Lobelianum* sol., *Padicularis lapponica* sp.

Bodenschicht: *Cladonia* nur am Rande des Baumbetandes.

C. Spagnetum empetroso-piceosum (No. 673-6-III.1913.)

Makrorelief: ebene, sanft geneigte Fläche, E uud W das Betuleto Picetum — cladoniosum No 672 cm.

Mikrorelief: breite Torfhöcker mit *Sphagnum* bedeckt; zwischen ihnen mit Wasser gefüllte Vetiefungen.

Boden: *Sphagnum* torf.

Feldschicht:

Carex vaginata	Calluna vulgaris.
Eriophorum vaginatum	Vaccinium uliginosum
Rubus chamaemorus	Empetrum nigrum

Bodenschicht: *Sphagnum soc., Dicranum elongatum Cladonia rangiferina, Aulacomnium palustre Polytrichum.*

D. Caricetum rotundatae, häufig zwischen den Torf höckerin. (No. 673 a-6-VIII1913.)

Equisetum palustre, Carex rotundata, Comarum palustre, Menyanthes trifoliata.

Zahlreiche Moorfichten wachsen auf dem Moore, gruppenweise, mit dichtem Nachwuchse, wie aus folgendem ersichtlich ist

Probefläche 10 × 10 Schritt.

Art	Höhe des Baumes Meter	Durchmesser des Stammes cm.
Picea obovata	2	6.5
	3	7.6
	1.5	2
	1.3	1.5
	3.5	10
	1.3	1.5
	1.2	1.5
	1.3	2
	4.5	7.5
	5	13stirbt ab.

Am Rande des Moores 2 m. hohe Birken. Darunter in der Feldschicht: *Equisetum silvaticum, Cornus suecica, Hypnum Schreberi.*

E. Salicetum salicoso-herbosum. (No. 674-6-VIII-1913).

Hie und da treten im Sphagnetum Weiden und Kräuter in grösserer Menge auf.

Boden — *Sphagnum* torf, von Quellwasser durchtränkt. Sträucher — *Salix glauca nigricans x phylicifolia* sol. — sp.

Feldschicht: *Equisetum palustre, Arctagrostis latifolia* u. a.

Bodenschicht: *Mnium subglobosum, Calliergon stramineus, Aulacomnium palustre, Calliergon sarmentosum, Pohlia nutans, Paludella squarrosa, Oncophorus Wahlenbergii, Sphagnum* cop.—soc.

C. Der Talhang.

Die obere Hälfte des Talhanges ist mit Birkenwlad bewachsen, einem Betuletum myrtillosum. (No. 675 — 6.VIII. 1913).

Makrorelief: Abhang

Mikrorelief; eben.

Boden: Humus 5 cm.; Bleicherde 5 — 7,5 cm., Steine in 15 cm. Tiefe.

I. Etage: *Betula tortuosa* soc. 6—7 m. Höhe, 15 cm. Stammdurchmesser

Unterholz: *Juniperus communis* sp.

Dichte des Baumbestandes: 8 — 9.

Feldschicht:

Festuca ovina vulgaris cop.-soc.	Vaccinium Myrtillus cop.-soc.
Aira flexuosa montana	Vaccinium uliginosum cop.
Veratrum Lobelianum sol.	Empetrum nigrum cop.
Rubus arcticus	Solidago Virgaurea lapponica sp.
Geranium silvaticum	Hieracium
Epilobium angustifolium sol.	

Die untere, steilere Hälfte des Talhanges, wo häufig das krystallinische Urgestein an die Oberfläche tritt, ist mit einem Betuletum herbosum bedeckt. (Nr. 676 — 6. VIII. 1913.)

Makrorelief steiler Abhang

Mikrorelief: eben.

Boden: dünne Humusschicht

I. Etage: *Betula tortuosa* soc.

Unterholz: *Juniperus communis* sp.

Feldschicht: *Empetrum nigrum, Vaccinium uliginosum, Arctostaphylos, ursi, Linnaea borealis, Solidago Virgaurea lopponica, Campanula rotundifolia u. a.*

Am Rande, unten am Flusse, wird dieses Betuletum herbosum durch eine Betuletum herbosum ersetzt, mit zalreichen Kräutern in der Feldschicht, wie (No. 676a — 6. VIII. 1913)

Poa pratensis,	Calamagrostis phragmitoides
Trollius europaeus.	Dianthus superbus,
Geranium silvaticum.	Tanacetum vulgare
Anthoxanthum odoratum.	Arctagrostis latifalia.
Filipendula Ulmaria,	Pedicularis lapponica
Senecio polyphyllus,	Polygonum viviparum,
Alchemilla acutidens,	Luzula fastigiata,
Anthoxanthum odoratum.	Poa nemoralis.

Unterholz aus *Lonicera coerulea, Ribes glabellum, Rosa cinnamomea.*

V. Purnatsch — Aatscherjok.

10 km. oberhalb des Purnatsch befindet sich die Mündung des nächsten grossen Nebenflusses des Ponoi, des Aatscherjok. Anfangs ändern sich die Vegetationsverhältnisse nur wenig. Die Talhänge des Ponoi sind nach wie vor mit dichtem Birkenwald mit Beimischung von Fichten bedeckt, hie und da tritt das krystallinische Urgestein zu Tage (wie z. B. an der Mündung des Kolschak). Weiter den Ponoi hinauf nimmt die Fichte allmählich ab, und 8 km. unterhalb der Mündung des Aatscherjok erscheinen die ersten Kiefern, welche noch weiter, bestandesbildend auftreten.

Den Ponoi begleitet auf der ganzen Strecke ein schmaler Streifen Steiniger Wiesen, hie und da treten kleine *Carex aquatilis* Bestände auf. Die Alluvialterrassen sind mit *Betuleta nerbosa* bedeckt, grössere ausserdem noch mit *Spagnum* mooren.

Auf einem alluvialen Talsohlenstück zwischen den Mündungen des Purnatsch und Kolschak wurden folgende Assoziationen festgestellt:

A. Assoziationskomplex der Steinigen Wiese. (Nr. 677 — 5. VIII. 1913.)

Poa pratensis	Astragalus articus
Carex brunnescens	Epilobium angustifolium
Aira flexuosa montana	Allium sibiricum
Rumex haplorrizus	Campanula rotundifolia
Festuca rubra	Solidago Virgaurea lapponica

B. Betuletum herbosum am Rande das Alluvium; Birken bis zu 18 cm. dick.

C. Salicetum phylicifoliae — weiter vom Flusse entfernt, bestehend aus (No. 678 — 5. VIII 1913).

Salix phylicifolia, Salix glauca x phylicifolia, Salix nigricans x phyllcifolia, Filipendula Ulmaria, Carex rostrata, Veronica longifolia, Calamagrostis sp.

Der übrige Teil des Talsohlenstückes wird von einem Moorkomplexe, bestehend aus den Assoziationen: Sphagnetum myrtillosum: Sphagnetum caricosum (*C. rostrata, rotundata)* Caricetum rotundatae bedeckt.

Gleich hinter dem Moore beginnt der Talhang, welchen ein Piceto—Betuletum myrtillosum bedeckt, bestehend aus (No. 679—5. VIII. 1913) *Vaccinium Myrtillus* cop.—soc. *Vaccinium uliginosum* soc. — cop. Die Wipfel der höchsten Fichten sterben ab; der maximale Stammdurchmesser beträgt: Fichte 50 cm., Birke 25 cm.

Auf der ganzen Strecke Purnatsch — Aatscherjok ist die Strömung des Ponoi reissend, mit mehreren grossen Stromschnellen.

VI. Aatscherjok.

1. Die alluviale Terrasse.

Bei der Mündung seines linken Nebenflusses, des Aatscherjoks, durchschneidet der Ponoi eine ebene, aus alluvialen Sanden und Steinen, bestehende Talsohle von ca. 10 m. Höhe, so dass deren grössere Hälfte auf das linke, die kleinere jedoch auf das rechte Flussufer entfällt.

a. Der Strand.

Den steinigen Stand des Ponoi, am Fusse der erwähnten Terrasse, gleich bei der Einmündung des Aatscherjok bedeckt: eine Steinige Wiese von folgender Zusammensetzung (Nr. 680 — 4. VIII. 1913).

Poa pratensis	Potentilla anserina
Festuca ovina vulgaris	Sibbaldia procumbens
Festuca rubra barbata	Epilobium angustifolium
Carex rigida	Alchemilla acurxidens.
Rumex haplorhizus	
Allium sibiricum *	Antennaria dioica
Viola montana	Aster sibircus cop.
Cerastium alpinum	Chrysanthemum bipinnatum
Potentilla alpestris sp. gr.	Solidago Virgaurea
Astragalus articus cop.	Matricaria ambigua

*) Am häufigsten vertreten

Am Fusse der Alluvialterrasse zieht sich ein schmaler Streifen Birkenwald hin, bestehend aus einem Betuletum corneoso-myrtillosum (No. 681 — 4.VIII. 1913).

I, Etage: *Betula tortuosa,* 7 m. hoch, 15 cm. Stammdurchmesser.

III. Unterholz: *Juniperus communis* sp.—cop., *Salix phylicifolia sol.; Salix glauca x phylicifola* sol.

IV. Feldschicht:

Festuca ovina cop.
Vaccinium uliginosum cop.-soc.
Calamagrostis sp. gr.
Cornus suecica cop.soc.
Vaccinium Myrtillus cop.-soc.
Vaccinium Vitis idaea sp.
Melampyrum pratense cop.

V. Bodenschicht: *Polytrichum strictum* sp.

b. Der Absturz der Alluvialterrasse.

Den ca. 10 m. hohen Absturz der Terrasse bedeckt unten das Betuletum corneos-o-myrtillosum von No. 681, während höher hinauf ein Picetum microbetuloso — empetrosum (No. 682—4. VIII, 1913) vorherrscht. Die Fichte (zapfentragend) ist hier 10—12 m. m. hoch und zält 30 cm. Stammdurchmesser. Die Birke fehlt, doch ist deren Nachwuchs vorhanden. Die Feldschicht besteht aus folgenden Planzen:

Aira flexuosa sp., Luzula pilosa sp., Betula tortuosa cop., Veratrum Lobelianum sol., Solidago Virgaurea lapponica sol.

Bodenschicht: *Hypnum Schreberi, Polytrichum strictum.*

Noch höher hinauf, in der Nähe seines oberen Randes ist der Absturz mit einer aus *Empetrum nigrum* cop.-soc., *Arctotaphylvs uva ursi, Vaccinium Myrtillus* cop., *Aira flexuosa montana. Hypnum Schreberi, Cladonia gracilis, Cladonia rangiferina,* bestehenden Heide bedeckt, in welcher vereinzelt 7 — 8 m. hohe und 30 cm. dicke Kiefern und zerstreut *Juniperus communis* wachsen.

C. Die Oberfläche der Terrasse.

Die ebene Oberfläche ist mit Sumpfvereinen bedeckt, Flechtenheiden, lichten Birkenwäldern mit Flechten, welche alle ein deutliches Beispiel für die allmähliche Umwandlung des hier wachsenden Waldes in tundraähnliche Vereine durch Einwirkendes Menschen, darstellen.

Wald hat sich nur an den Rändern der Terrasse erhalten sowie am Fusse des Talhanges, wobei Birkenwald mit Zusatz von Fichten oder auch Kiefern vorwiegt.

Folgende Assoziationen wurden auf der Terrasse beobachtet:

A. Betuleto—Picetum empetrosum (No. 683—4. VIII. 1913.)

Makrorelief: Ebene, sich über den Morästen erhebend, und zum Flusse abfallend.

Mikrorelief: eben.

Boden: Humus — 2,5 cm.; Bleicherde 5 — 7,5 cm.

Untergrund: Steine.

I. Etage: *Picea excelsa* sp. gr., 11—12 m. hoch 23—55 cm. dick, mit Zapfen, in Gruppen bis zu 6 Stück zusammen. *Pinus lapponica* sol., 10 m. Höhe, bei 50 cm. Stammburchmesser. 3,5 m. Höhe 7,5 cm. Durchmesser.

II. Etage: *Betula tortuosa* soc., 4—5. m. Höhe 13 cm., bei Stammdurchmesser, vielstämmig, knorrig.

III. Unterholz: *Juniperus communis* sp.

Nachwuchs: Birkennachwuchs; reichlicher Fichtennachwuchs unter den grösseren Bäumen, bis zu 2 m. hohe Fichten. Dichte des Baumbestandes 6—7—8.

Lycopodium annotinum sp.	Ledum palustre sol.gr.
Festuca ovina vulgaris sp. gr.	Vaccinium Vitis idaea sp. gr.
Aira flexuosa montana sp.	Empetrum nigrum cop.-soc.
Dryopteris Linnaeana sp.	Vaccinium Myrtillus cop.

V. Bodenschicht: *Hypnum Schreberi.*

Der Wald grenzt unmittelbar an ein *Sphagnum*moor.

B. Betuletum juniperosum. (Nr. 684—VIII. 1913).

Makrorelief: Ebene zwischen dem Flusse und dem Talhang.

Mikrorelief: eben.

Boden: Humus 5 cm., Bleicherde 5 cm., Oststein.

I. Etage: *Picea excelsa* sol. gr., mit Zapfen, 12 m. hoch bei 48 cm. Durchmesser; 10 m. hoch bei 22 cm. Durchmesser, 2 m. hoch bei 5 cm. Durchmesser, 3 m. hoch, bei 8 cm. Durchmesser, doppelter Wipfel.

II. Etage: *Betula tortuosa* soc., 5—6 m. Höhe, bei 17 cm. Stammdurchmesser, vielstämmig, knorrig, Obstbaumtypus.

Pinus lapponica sol, 7. Höhe bei 50 cm. Stammdurchmesser; 4 m. Hähe bei 3 cm. Stammdurchmesser; 5 m. Höhe bei 10 cm. Stammdurchmesser.

III. Unterholz: *Juniperus communis* cop., Tichform. Nachwuchs: Fichte und Birke, gruppenweise unter älteren Bäumen

Analyse des Stamenes einer Birke siehe Regel 1920 (—1915) pag. 18 No. 26.

Probefläche von 10×10 Schritt.

Art.	Höhe des Baumes Meter	Durchmesser des Steames Cm.
Betula tortuosa	3,5	12,75
	5	7,5 Dreistämmig
	5,5	10
	4	7,5
	3,5	7,5
	6	15
	6—7	17,75
	4—5	7,5
	3,5	7,5
	6	15 2 Stämme
	4,5	7,5
	5	13
	3,5	8

IV. Feldschicht:

Lycopodium annotinum sp. — Cornus suecica cop.
Aira flexuosa montana cop.-soc. — Vaccinium Vitis idaea cop.
Luzula pilosa sp. — Vaccinium Myrtillus cop.
Luzula multiflora sp. — Epilobium angustifolium sp.
Rubus arcticus spgr. — Campanula rotundifolia sp.
Trientalis europaea sp. gr. — Solidago Virgaurea lapponica cop.

V. Bodenschicht: *Hypnum Schreberi.* An gelichteten Stellen erscheinen: *Betula nana* cop., *Polytzichum strictum,* welche ein Versumpfen des Waldrandes einleiten.

C. Sphagnetum piceosum, westlich von den Waldassoziationen und an diese grenzend (No. 685.)

Makrorelief: Ebene, ein wenig zum Flusse geneigt.

Mikrorelief: stark höckerig.

Boden: *Sphagnum* torf 10 cm., Humus 7,5—10 cm., Bleicherde 20—30 cm. In 48 cm. Tiefe — Steine und Wasser.

Keine scharfe Grenze zwischen und Bleicherde.

I. Bäume *Picea excelsa,* Moortypus; 7 m. hoch bei 20 cm. Stammdurchmesser; *Pinus lapponica* sol., 4,5 m. hoch. bei 20 cm. Stammdurchmesser, mit Zapfen.

II. Sträucher: *Sorbus glabrata* sol. 1 m. hoch., *Salix Lapponum, Salix phylicifolia* sp.

Reichlicher Fichtennawuchs, stellenweise cop., wie z. B. aut einer Fläche von 7 x 10 Schritt, wo folgende Bäume gezählwurden.

Höhe: Meter 1, 5; 0, 32; 0. 61; 0. 5; 0. 8; 0. 3, 0. 52; 0. 5; 0. 48; 0. 48; 0. 46; 07; 05? 1. 50.

Durchmesser (in cm. ander Basis) — 5

IV. Feldschicht (nur auf den Höckern)

Betula nana cop.-soc.
Rubus chamaemorus cop.-soc.
Eriophorum vaginatum sp.
Oxycoccus microcarpus sp.-cop.
Vaccinium Myrtillus cop.
Vaccinium uliginosum sp.-cop.
Vaccinium Vitis idaea sp.
Empetrum nigrum cop.-soc.
Pedicularis lapponica * sp.

*) Bei den Fichten, stellenweise.

V. Bodenschicht: *Sphagnum* soc.

In den Vertiefungen zwischen den Torfhöckern wachsen:

Rubus chamaemorus
Oxycoccus microcarpus
Polytrichum
Sphagnum

Kleine Bodenerhebungen im Moore, welche nicht mit Torf bedeckt sind, tragen eine, aus Zwerg-und Spalierstäuchern sowie einem dichten Flechtenteppich (*Cladonia* — Arten) bestehende Pflanzendecke, in welcher auch vereinzelt Bäume wachsen, wie z. B. vielstämmige, knorrige Obstbaumförmige Dirken von 4—4, 5 m. höhe bei 10 — 15 cm. Stammdurchmesser

Pinus lapponica mit Zepfen, 6 m. hoch 28 m. dick, 5 m. hoch — 17, 5 cm. dick.

Picea excelsa: 3,5 m. hoch — 7,5 cm. dick, mit Zapfen, vielstämmig.

Es sind gleichsam Waldinseln sehr stark gelichteter Betuleta cladoniosa, welche zudem an der Peripherie mit *Betula nana* und *Polytrichum strictum* versumpfen.

D. Betuletum cladoniosum (Nr. 686 — 5. VIII. 1913.

Makrorelief: Ebene Fläche, am Rande der Terrasse, welche zum Flusse als auch zum Moore geneigt.

Mikrorelief: eben.

Boden: Sand mit Bleicherde; Humus 5 — 7. 5 cm. dick; auch Steine an der oberfläche,

I. Etage: *Pinus lapponica* sp.—gr., mit Zapfen, 6—7 m. Höhe, 28 cm. Stammdurchmesser.

II. Etage: *Betela tortuosa* cop.—soc., Obstbaumform, am Flusse auch Tischförmig.

III. Unterholz: *Junipezus communis* sp., Tischform. Nachwuchs: sehr spärlich.

Probefläche: 10×10 Schritt

Art	Höhe des Baumes. Meter	Durchmesser des Stammes cm.
Betula tortuosa	abgestorben	20
	5	18
	6—7	28
	6	24
	3.5	15
	6	18
	5	15
	6	25
Pinus lapponica	abgestorben	15
	0.7	Strauch
	4.5	3 Stämme

IV. Feldschicht: *Aira flexuosa* sp., *Empetrum nigrum, Aretostaphylos alpina, Arctostaphylos uva ursi; sowie* die gewohnlichen Zwergsträucher.

V. Bodenschicht: *Cladonia rangiferina* soc., *Cladonia silvatica* soc., *Cladonia alpestris, Stereocaulon paschale, Hypnum Schreberi.*

Unter den Kiefern — *Vaccinium Vitis idaea* soc., *Hypnum Schreberi* cop., wenig *Cladonia.*

Der Wald geht am Rande vermittels *Betula nana* — *Polytrichum strictum* ins Moor — über.

E. Pinetum cladoniosum—stellenweise im Betuletum cladoniosum.

Die Waldassoziationen sind durch Uebergänge mit dem Sphagnetum piceosum verbunden, welches jedoch noch lange nicht die vorherrschende Moorassoziation auf der Terrasse ist. Viel wichtiger ist hier das Dicranietum elongati lichenosum, welches auf allen freien Stellen vorkommt und durch Ueberwuchern des *Sphagnum* mit *Dicranum* und Flechten entsteht. Diese Assoziation hat hier folgenden Charakter. (No. 687 — 5. VIII 1913.)

Makrorelief: ebene Fläche in der Mitte der Terrasse.

Mikrorelief: stark höckerig.

Boden: Torf, in 48 Tiefe Sand, in 56 cm. Tiefe Stein.

Dicranum Torf ca. 7 — 8 cm. mächtig; darunter 25 — 28 cm *Sphagnum* Torf; der Rest stark zersezter Torf mit Resten von Kiefern.

Feldschicht: sehr schwach ausgeprägt: *Rubus chamaemorus* Zwerg- und Spaliersträucher.

Bodenschicht: auf den Torfhöckern—*Dicranum elongatum, Ploytrichum strictum,* welche stark mit Flechten — *Ochrolechia tartarea var. thelephoroides* soc., *Cladonia coccifera cop.gr. Cladonia deformis,* überwachsen werden. Zwischen den Torhöckernin de Vertiefungen — *Sphagnum, Scirpus caespitosus* sp. gr.

F. Caricetum rotundatae scirposum (No 688—5. VIII. 1913).

Carex rotundata soc., *Scirpus caespitosus* cop., *Eriophorum angustifolium* sp.

2. Das Plateau.

a. Die Oberfläche.

d. Die *feuchten Böden.*

Die flache, oder schwach wellige Oberfläche des Plateaus, welche sich zu beiden Seiten des Tales des Ponoi ausbreitet, ist mit einer Torftundra und Tundramooren, bedeckt, in welchen die Wälder nur kümmerliche Reste darstellen. Soweit es sich in der Nähe des Flusstales auf dem linken Ufer des Ponoi beurteilen läst, herrscht hier die *Dicranum* Torftundra mit Flechten vor, weniger ist das *Sphagnummoor* verbreitet. Die Versumpfung der Waldinseln geh von den an den Bächen und Quellen sich befindichen Mooren aus. Folgende Assoziationen wurden hier vermerkt:

A. Dicranieto—Polytrichetum empetroso—cladoniosum (Nr. 689 — 4. VIII. 1913.)

Makrorelief: ebene Fläche, sanft zum Flusstale zu geneigt, ca. 100 m. über den Ponoi.

Mikrorelief: stark höckerig. Torfhöcker bis zu 0,35. zu hoch und breit.

Boden: *Sphagnum* torf, auf. dem Trofhöckern *Dicranum Polytrichum* Torf.

Sträucher: *Salix glauca, Salix glauca xphylicifolia x nigricans.*

Feldschicht:

Betula nana cop.	Vaccinium uliginosum cop.-soc.
Eriophorum vaginatum sp.	Vaccinium Myrtillus cop.
Rubus chamaemorus sp.	Vaccinium Vitis idaea sp.-cop.
Ledum palustre cop.	Empetrum nigrum cop.-soc.
Arctostaphylos alpina cop.gr.	

Bodenschicht: *Dicranum elongatum* / *Polytrichum strictum* } cop. — soc.

Sphagnum zwichen den Höckern — *Ochrolechiao tartarea var. thelephoroides; Cladonia ciccifera; Cladonia rangiferina, Ochrolechia tartarea, Parmelia duplicata.*

Die Moore werden von den Flechten überwachen.

Picea excelsa sol., 3,5 m. hoch bei 6 cm. Stammdurmesser vielstämmig.

B. Caricetum rotundatae. In den Vertiefungen wischen den Torfhöckern, wo kein *Sphagnum* vorhanden.

C. Sphagnetum.

β. *Die trockenen Böden.*

Auf den trockenen, höher gelegenen Böden auf dam Plateau, beobachten wir Flechtenheiden mit Waldresten oder sogar eine Flechtentundra.

Folgende Assoziationen wurden hier vermerkt:

Empetretum nigri cladonioso—betulosum; (No. 690—4. VIII. 1013).

Bäume und Sträucher: Tischbirken, 2—3 m. hoch, oder mit niederliegenden knorrigen Stämmen, 7—10 cm. im Durchmesser, sp — cop.

Juniperus communis — sp., tischförmig. *Picea excelsa* — fast ausschliesslich auf Torfboodenn.

Feldschicht: *Lycopodium clavatum, Lycopodium alpinum.*

Empetrum nigrum soc.	Vaccinium Vitis idaea sp.-cop.
Vaccinium Myrtillus sp. gr.-cop.	Arctostaphylos uva ursi sp.gr.
Vaccinium uliginosum cop.-soc.	Cornus suecica*
Aira flexuosa var. montana	Solidago virgaurea lapponica sol.
Betula nana sp.-cop.gr.	Calluna vulgaris sol.gr.
Carex brunnescens	Epilobium angustifolium sol.

*) Unter den Sträuchern

Bodenschicht: Dichter Flechtenteppich aus *Cladonia silvatica, Cladonia rangiferina, Cetraria nivalis, Polytrichum strictum.*

Auf der Flechtentundra ohne Bäume und Hochgebüsch — *Loiseleuria procumbens.*

b. Der Talhang.

Der Talhang ist mit Wald bewachsen. Gleich unterhalb der Flechtenheide No. 690, auf einer sanft überdeckten nach SW geriehteten Fläche in 50 m. Höhe über den Fluss erscheint ein Betuletum cladoniosum (No. 691—4.VIII.1913) mit einer Dichte des Baumbestandes von 5—6. Höhe der Birken 3,5—5 m. bei 10—13 cm. Stammdurchmesser. *Juniperus communis*

cop.. Tiefer unten erscheinen Kiefern, in der Feldschicht, Zwerg- und Spaliersträucher, *Luzula pilosa, Aira flexuosa montana,* cop. *Trientalis europaea* sp. *Hypnum Schreberi cop., Cladonia* cop.

Bodenschicht: *Polwtrichum strictum* spgr., *Dicranum.*

In 25 m. Höhe über dem Flusse wachsen auf dem Talhange im Walde ca. 8 m. hohe und 33 cm. dicke Kiefern, die vielstämmigen Birken sind teils ausgehauen, teils weisen sie Spurene eines Waldbrandes auf.

Unterhalb beginnt der in No. 686 beschriebene Wald.

c. Die Umgegend des Aatscherjok.

Der Aatscherjok Fluss ist von Kihlman (1890) untersucht worden, welcher auch darauf hinweist, dass an seiner Mündung nur vereinzelte erwachsene Kiefern wachsen und Kiefernbestände fehlen, wobei die letzten Kiefern noch 4—5 km. den Fluss hinauf wachsen. Die Fichte bildet hohe Stämme nicht nur im Tale, sondern auch oben auf dem Plateau. Reine Fichtenbestände fehlen, und nur im Gruppen kommt dieser Baum in den Birkenwäldern vor, hier eine Höhe von 6—7 m. erreichend. Auf den feuchten Böden kommen nur verüppelte niedrige Exemplare vor.

Die Birke wird bis zu 25—26 cm. dick, an offenen Stellen hingegen, bei einem Alter von 66—70 Jahres nur 6—7 cm.

Ca. 15—20 km. den Aatscherjok hinauf liegt das Lappen Winterdorf Lumbowsk (Lymbessijt), in dessen Nähe die Waldgrenze verläuft. Waldinseln mit Fichten kommen nach Kihlman noch 10 km. nördlich vom Dorfe vor.

VII. Jokanga

10 km. westlich von der Mündung des Aatscherjok in den Ponoi, befindet sich der nächste grosse Zufluss dieses Stromes— die Jokanga (Jiigjok), welche mehr oder weniger parallel zum Aatscherjok fliessend, sich von links in den Ponoi ergiesst. Einige Angaben über diesen Fluss finden wir bei Kihlman (1890 pag. 203).

Aus diesen Angaben Kihlmans, lässt sich vor allem ersehen, dass uweit des Flusstales die Tundra beginnt, welche zum Teil an Stelle von, infolge Waldbrände vernichteter, Wälder getreten ist, wie wir es noch später an Ponoi Flusse öfters sehen werden.

Westlich von der Mündung des Jokanga Flusses wird die Strömmung des Ponoi merklich langsamer, obgleich doch hie und da kleinere Stromschnellen vorkommen. Die Talhänge sind mit dichten Kieferwäldern mit Flechten, hie und da auch mit Zusatz von Birken, bewachsen. Ausserdem kommen auch Birkenwälder mit Flechtenteppich, Fichten und Kiefern vor, oder auch durch Waldbrände verbeerte Flächen. Oefters tritt auch das krystallinische Urgestein an die Oberfläche und bildet steile

Felsenpartien. Einen schmalen Saum am Flussufer nehmen die Steinigen Wiesen ein, die alluvialen Terrassen sind, wo überhaupt ausgebildet, mit Betuleta herbosa bedeckt, wofür wir folgendes Beispiel nennen wollen.

(Nr. 692—4. VIII. 1913). Alluviale Terrasse am Ufer des Ponoi, von einem schmalen Strande umsäumt.

I. Etage: *Betula tortuosa* soc., 8—5 m. Höhe, 15 cm. Stammdurchmesser. *Picea excelsa* sol. gr.

II. Unterholz: *Ribes glabellum* sol.-sp., *Rosa cinnamomea* sp. *Salix phylicifolia*.

III. Feldschicht:

Aira flexuosa montana cop.
Festuca ovina vulgaris
Poa pratensis sp.
Festuca rubra cop.
Dianthus superbus sp.
Geranium silvaticum sp.
Viscaria alpina
Potentilla alpestris
Vaccinium Vitis idaea cop.
Galium boreale cop.gr.
Campanula rotundifolia sp.
Erigeron elongatus
Chrysanthemum bipinatnum

Am Rande des Bestandes, wo der Strand beginnt, wurden ausserdem vermerkt:

Aira flexuosa montana cop.-soc.
Veratrum Lobelianum
Thalictrum minus
Tanacetum vulgare
Solidago Virgaurea lapponica cop.

Am Ufer eines Baches: Betuletum nanae mit *Salix Lapponum*.

Ca 60 km. westlich von der Mündung des Aatscherjok (50 km. von der Jokanga entfernt wurden die Pflanzenverhältnisse einer genaueren Untersuchung unterzogen, wo der Ponoi rasch zwischen hohen Ufern dahinfliesst.

VIII. Westlich von der Mündung des Jokanga Flusses

(38° 30 östl. Breite nach Greenwich; 58° nach Ferr.)

1. Die Anhöhen am Ponoi.

Die Anhöhen, welche das Tal des Ponoi einfassen, sind mit einer Flechtentundra bedeckt, welche jedoch ihr Bestehen weder klimatischen Verhältnissen, noch dem Vorrücken der Tundramoore verdankt, sondern ausschliesslich durch Waldbrände entstanden ist.

Wenn wir uns ca 4—5 km. vom linken Ufern entfernen, so können wir leicht sehen, dass diese Tundra nur die trockenen Sand — und Skelettböden bedeckt. Die Anhöhe stellt ein stark hügeliges, welliges Plateau dar, in welchem das tiefe Tal des Ponoi eingeschnitten ist, welches unten von einem steilen Talhange begrenzt wird, oben jedoch sich sanft abdachend, allmählich ins

Plateau übergeht. Zahlreiche sich in den Ponoi ergiessende Bäche bilden hier tiefe Täler, wodurch das Relief der Gegend noch vielgestaltiger wird.

a. Der Gipfel.

Die höchsten Punkte des Plateau erreichen eine Höbe von 150 m. über dem Ponoi Flusse. Der Boden ist grob sandig mit zahlreichen kleinen Erratischen Blöcken, die Humusschicht kaum entwickelt. Die Pflanzendecke besteht aus folgenden Arten:

Cladonietum vaccinioso — betulosum (Nr. 693 — 3. VIII. 1913).

Bäume: *Betula tortuosa* sol.-sp., 2 m. hoch, 5 cm. Stammdurchmesser, knorrig, strauch — oder obstbaumförmig, an exponierten Stellen häufig nach Süden gebogene Stämme. Auch Brandspuren an Birken.

Pinus lapponica (in 140 m. über dem Ponoi), sol. 5 m. hoch, 15 cm. Stammdurchmesser, mit Tapfen.

Picea excelsa (ebenda) sol.-sp., 4,5 m. Höhe bei 35 cm. Stammdurchmesser an der Basis.

Populus tremula, 8 cm. hoch.

Sträucher: *Juniperus communis* sp., 1 m. hoch, viele verkohlte und angebrannte Exemplare.

Feldschicht:

Juncus trifidus sol.gr.	Arctostaphylos alpina sol. gr.
Carex rigida solgr.	Vaccinium Myrtillus sol.gr.
Aira flexuosa montana sol.-sp.	Vaccinium Vitis idaea sol.gr.
Epilobium angustifolium	Astostaphylos uva ursi **
Empetrum nigrum*	Solidago Virgaurea lapponica.
	Hieracium alpinum sol.

*) Unter den Kiefern.
**) Flecken bildend.

In 140 m. Höhe ist die Feldschicht dichter als in 150 m. Höhe.

Bodenschicht: Dichter Teppich aus Flechten, wie *Cladonia rangiferina, Cladonia alpestris, Cladonia silvatica, Cetraria islandica, Cetraria nivalis, Cladonia coccifera.*

b. Eine Depression.

In einer in 140 m. über dem Flusse gelegenen Depression gegen N geschützt, hat sich noch ein Stückchen Wald erhalten. Dieses Betuleto-Picetum myrtilloso — empetrosum weist folgende Zusammensetzung auf: (Nr. 694 — 3. VIII. 1913).

Makrorelief: Depression auf dem Plateau.

Mikrorelief: eben.

Boden: Sand mit Humusschicht, in 10 cm. Tiefe - Steine.

I. Etage: *Picea excelsa* sol.-sp., 8 m. hoch, 30 cm. Stammdurchmesser.

II. Etage: *Betula tortuosa* cop-soc., 4,5 m. hoch, 11 cm. Stammdurchmesser, Obstbaumform.

III. Unterholz: *Juniperus communis sol.-sp.; Salix glauca x phylicifolia.*

IV. Feldschicht:

Festuca ovina cop.	Vaccinium Myrtillus cop.
Aira flexuosa montana sp.	Empetrum nigrum cop.
Trollius europaeus sol.gr.	Campanula rotundifolia sol.
Rubus arcticus cop.	Solidago Virgaurea lapponica sp.
Linnaea borealis sp.	Hieracium sp.
Epilobium angustifolium sp.	Saussurea alpina sol.gr.

V. Bodenschicht: *Hypnum Schreberi, Hylocomium proliferum, Polytrichum commune.*

An den tiefsten Stellen der Depression geht der Wald in ein Sphagnetum chamaemoroso-piceosum über, bestehend aus: (Nr. 695 — 3. VIII. 1913.)

Makrorelief: Depression.

Mikrorelief: Torfhöcker.

Boden: *Sphagnumtorf*, in 22 m. Tiefe (zwischen den Torfhöckern) Sand, in 30 cm. Tiefe Stein.

Bäume: *Picea excelsa* 8 m. Höhe, bei 42 cm. Durchmesser, mit trockenem Wipfel, sowie Moorfichten.

Sträucher: *Salix glauca x phylicifolia; Salix glauca x nigricans x phylicifolia.*

Nachwuchs: reichlicher Fichtennnachwuchs.

Es besteht kein Zweifel daran, dass der Wald vormals eine viel grössere Fläche eingenommen hat und später durch Waldbrände vernichtet worden ist. An seiner Stelle befinden sich jetzt die Flechtenheiden, und der Wald hat sich nur ln kümmerlichen Resten erhalten. Dasselbe sehen wir auch auf dem Plateau auf dem rechten Ufer eines sich hier in den Ponoi ergiessenden Baches.

C. Ein anderer Gipfel.

Vor allem müssen wir hier ein Betuletum pinoso-cladoniosum betrachten, bestehend aus: (No. 696 — 3. VIII. 1913).

Makrorelief: Plateau mit Abfall nach Osten (das Tal des Baches) und nach Süden (das Tal des Ponoi); Höhe über dem Ponoi 80 m.

Mikrorelief: eben.

Boden: Moränensand mit Bleicherde. Sehr dünne Humusschicht.

I. Etage: *Pinus lapponica* sol., 10-11 m. Höhe, bei 35 cm. Stammdurchmesser, mit Zapfen.

II. Etage: *Betula tortuosa* soc., 7 m. hoch, bei 15 cm. Durchmesser.

III. Unterholz: *Juniperus communis* sp., 1 m. hoch; Birkennachwuchs.

Dichte des Waldbetandes—5.

Probefläche von 10 × 10 Schritt

Art	Höhe des Baumes Meter	Durchmesser des Stammes cm.
Betules tortuosa	6	17.5
	4.5	13
	6	15
	6	13 3 Stämme
	4.5	8

Juniperus communis 8 Exemplare zu 1 m. Höhe.

IV. Feldschicht:

Aira flexuosa montana cop.
Geranium silvaticum sol.
Rubus arcticus sol.
Pedicularis lapponica sp.
Empetrum nigrum
Vaccinium Myrtillus sp.
Vaccinium Vitis idaea sp.
Solidago Virgaurea lapponica sp.

V. Bodenschicht: *Cladonia silvatica* cop-soc., *Nephroma arcticum, Hypnum Schreberi, Polytrichum commune.*

Dieser Wald geht unvermutet in eine Brandstätte über, auf welcher die Birke fast gänzlich fehlt, vereinzelte Kiefern wachsen, Birkennachwuchs zu sehen ist und ein Flechtentepich den Boden bedeckt.

Grosse Strecken sind auch hier mit Flechtenheiden bedeckt von folgender floristischer Zusammensetzung:

Cladonietum betuloso-pinosum (No. 697 — 3. VIII. 1913).

Bäume: *Betula tortuosa* sp., Strauchform und Obstbaumform, in Gruppen wachsend, bis zu 6 m. hoch.

Pinus lapponica sol.-sp. mit Zapfen und spärlichem Nachwuchs; *Picea excelsa,* sol., 10-12 m. Höhe, bei 32-45 cm. Stammdurchmesser, sehr spärlicher Nachwuchs.

Feldschicht:

Festuca ovina
Aira flexuosa montana
Arctostaphylos uva ursi sp. *
Epilobium angustifolium sol.
Empetrum nigrum
Vaccinium Myrtillus sp.
Vaccinium Vitis idaea

*) Flecken bildend.

Bodenschicht: Dichter Teppich aus *Cladonia silvatica, Cladonia rangiferina, Cladonia alpestris,* Zerstreut: *Cladonia coccifera, Polytrichum juniperinum.*

In 100 m. Höhe m. über dem Flusse und sichbis zum Gipfel des Plateau erhebend, wächst ein Betuletum cladoniosum (Nr. 698—3. VIII. 1913) mit niedrigen knorrigen, 3 - 4 m. hohen und 13 cm. im Durchmesser zählenden Birken von Obstbaumform. Vereinzelt Fichten, 14 m. Höhe, 70 cm. (an der Basis) Durchmesser. *Pinus lapponica* sol. gr., 12 m. Höhe, bei 40 cm. Stammdurchmesser.

Unterholz: *Juniperus communis* 1 m. hoch

Feldschicht:

Aira flexuosa montana
Festuca ovina
Epilobium angustifolium
Vaccinium Myrtillus
Empetrum nigrum
Vaccinium Vitis idaea
Solidago Virgaurea lapponica

Bodenschicht:

Cladonia silvatica, Cl. rangiferina soc., Hypnum Schreberi, Polytrichum juniperinum.

Auch hier sind reichlich Spuren von Feuer zu sehen, auch wechseln Brandstätten mit verschont gebliebenen Wäldern ab.

2. Das Tal eines Baches.

a. Die Moore in der Talsohle.

Das Plateau wird von Tale einer, sich von links in den Ponoi ergiess enden Baches durchschnitten. Die Talsohle wird an den Ufern des Baches von einem Moorkomplex, aus folgenden Assoziationen bestehend, eingenomen.

A. Sphagnetum empetrosum (No. 699—3. VIII. 1913).

Makrorelief: eben.

Mikrorelief: Torfhöcker.

Feldschicht: *Rubus chamaemorus, Oxycoccus microcorpus Vaccinium uliginosum cop., Betula nana cop., Vaccinium Vitis idaea sp.*

Bodenschicht: *Sphagnum soc.*

In den Vertiefungen zwischen den Höckern, im Wasser wachsen:

Salix glauca x phylicifolia sp., *Equisetum palustre* cop.

B. Sphagnetum herbosum (No. 700—3. VIII. 1913) Ummittelbar am Bachrande. Boden — nasser Torf.

Bäume: *Picea excelsa* sol., 5—6 m. hoch, 20—25 cm. Stammdurchmesser, mit Zapfen, reichlicher Nachwuchs. *Betula tortuosa* sol., 4-5 m. hoch, bei10 cm. Stammdurchmesser, nur am Bache.

Sträucher: *Salix glauca x nigricans x phylicifolia; Salix phylicifolia, Salix nigricans x phylicifolia; Salix glauca x phylicifolia.*

Feldschicht:

Arctagrostis latifolia
Equisetum silvaticum
Poa pratensis
Epilobium alsinefolium x Hornemanni
Equisetum palustre pauciramosum
Geum rivale
Alchemilla glomerulans
Filipendula Ulmaria
Parnassia palustris
Geranium silvaticum
Carex caespitosa
Bartschia alpina
Saussurea alpina

Bodenschicht: *Sphagnum* soc.; *Mnium.*

b. Ein Wäldchen auf der Talsohle.

Auf trockeneren Böden auf der Talsohle kommen auch kleine Wäldchen vor, wie aus folgende Liste ersichtlich.

Betuletum herbosum. (No. 701—3. VIII. 1913).

Makrorelief: Sanft nach E geneigte Fläche.

Mikrorelief: eben.

Boden: Sand, in 12 cm. Tiefe Stein.

I. Etage: *Picea excelsa* sol., 12 m. hoch, bei 32 cm. Stammdurchmesser, mit Zapfen.

II. Etage: *Betula tortuosa* soc. 9 - 10 m. Höhe bei 20 cm. Stammdurchmesser.

III. Unterholz: *Juniperus communis* cop., *Salix glauca x phylicifolia, Daphne mezereum* sol.

IV. Feldschicht:

Aira flexuosa montana sp.
Anthoxanthum odoratum cop.
Trollius euopaeus sp.
Geranium silvaticum cop.soc.
Astragualus arcticus
Epilobium angustifolium sp.gr.
Vaccinium Vitis idaea cop.gr.
Pirola minor sp.
Empetrum nigrum cop.
Solidago Virgaurea lapponica cop.

Zwischen dem Bache und dem Walde erstreckt sich das Sphagnetum herbosum von No. 700.

c. Das Betuletum nanae im Tale.

Zwischen dem Bache und den de Talhang und das Plateau überziehenden Flechtenheide schaltet sich, am Fusse des Talhanges, ein Betuletum nanae (No. 702—3. VIII. 1913) ein, welches in einiger Beziehung an Tundraassoziationen erinnert.

Makrorelief: nach Osten geneigte Ebene im Tale des Baches.

Mikrorelief: gut ausgebildete Torfhöcker.

Boden: Humus 5 cm., darunter Geröll und Felsstücke, welche an die Oberfläche treten.

Auf den Torfhöckern: *Betula nana* soc. (0,4 m. Höhe), *Salix Lapponum* sp., *Cladonia rangiferina* cop.-soc., *Polytrichum.*

Zwischen den Torfhöckern: *Aira flexuosa montana, Juniperus communis, Cladonia rangiferina, Cladonia gracilis, Polytrichum.*

3. Assoziationskomplex auf dem linken Ufer des Baches.

a. Trockene Böden.

Auf dem linken Ufer des Baches nehmen die Wälder einen bedeutend grösseren Raum ein, als auf dem rechten, was einerseits durch die grössere Breite der Talsohle hier bedingt ist, andererseits aber durch die geringere Steilheit des Talhanges. Flechtenheiden und das Betuletum cladoniosum sind hier bedeutend weniger verbreitet als auf den rechten Ufer des Baches und am Ponoi (siehe die Figur No. 6, hinter dem Texte) und diehier wachsenden feuchteren Wälder haben bedeutend weniger als dort vom Feuer gelitten.

Auf dem Talhang des Baches wurde ein Picetum empetrosum vermerkt. (No. 703—3. VIII. 1913.)

Makrorelief: sanft nach Süd (zum Bache) geneigte Fläche.

Mikrorelief: eben.

Boden: Sand, in 12.5 cm. Tiefe Steine.

I. Etage: *Picea excelsa* cop.-soc., 15 m. hoch, bei 35—40 cm. Stammdurchmesser.

II. Etage: *Betula tortuosa* cop., 10 m. Höhe, bei 13 cm. Stammdurchmesser.

III. Unterholz: *Juniperus communis* sp.

Probefläche von 10 × 10 Schritt.

Art	Höhe des Baumes Meter.	Durchmesser des Stammes cm.
Picea excelsa . . .	13	26
	12	25
	15	40
Betula tortuosa . .	8	13
	10	15
	9	12.5+10+7.5 (3 Stämme.)

IV. Feldschicht:

Festuca ovina vulgaris sp.
Lycopodium annotinum sp.
Equisetum silvaticum sol.
Dryopteris Linnaeana cop.
Luzula pilosa sp.
Rubus arcticus sol.*
Linnaea borealis sp.gr.
Cornus suecica sp.gr.
Empetrum nigrum soc.
Vaccinium Myrtillus cop.
Pedicularis lapponica sp.
Pirola minor sol.
Hieracium sol.

*) Bei einer Fichte

V. Bodenschicht: *Polytrichum commune* cop., *Hypnum Schreberi*, *Nephroma arctica*.,

Unterhalb, wo auf der Talsohle das Sphagnetum beginnt, treten im Picetum, *Betula nana* sol. gr., *Salix glauca x phylicifolia* sp.—auf.

Oberhalb geht das Picetum empetrosum in ein Betuleto-Picetum myrtillosum über, bestehend aus (No. 704—3. VIII, 1913.)

I. Etage: *Picea excelsa* sol.gr.

II. Etage: *Betula tortuosa* soc., *Sorbus glabrata* sol.

III. Unterholz: *Juniperus communis* sp.

Dichte des Baumbestandes: 5—6.

Probefläche von 10 × 10 schritt.

Art	Höhe des Baumes Meter.	Durchmesser des Strandes cm.
Betula tortuosa . . .	2	25
	9	1c
	7	12,5
	6	7,5
	10	22
	6,5	10
	10	15
	7	15
	7	15
Sorbus glabrata . .	7	7

Analyse eines Birkenstammes, siehe Regel 1920 (1915) pag. 18 No. 23.

IV. Feldschicht:

Dryopteris Linnaeana cop.	Vaccinium uliginosum cop.
Aira flexuosa montana cop.	Vaccinium Myrtillus cop.
Festuca ovina vulgaris sp.	Linnaea borealis sp.
Lycopodium annotinum sp.	Pedicularis lapponica sp.gr.
Geranium silvatium soc.-soc.	Solidaro Virgaurea lapponica sp.

Höher hinauf beginnt ein Betuletum polytrichoso—empetrosum bestehend aus: (No. 705—3. VIII. 1913.)

Betula tortuosa soc.; Picea excelsa sol.

Baumstammanalysen: *Picea excelsa*, siehe Regel 1920 (1915) pag. 24 No. 22.

Feldschicht: *Vaccinium uliginosum, Empetrum nigrum soc.*, am Waldrande *Betula nana, Polytrichum strictum;* auf einer Brandstelle—*Epilobium angustifolium.*

Noch höher hinauf (160 m. über dem Flusse) beginnt ein Betuletum cladoniosum—No. 706—3. VIII. 1913.

I. Etage: *Picea excelsa* sol.-sp., 12—15 m. Höhe 70 cm. (an der Basis) dick, vielstämmig *Pinus lapponica* sol.,—10 m. Höhe, 40 cm. dick.

II. Etage: *Betula tortuosa* soc., 3–3,5 m. Höhe, 12—13 cm. Stammdurchmesser, Obstbaumform.

III. Unterholz: *Juniperus communis* sp., 1.5 m. hoch Dichte des Baumbestandes—2.

Stammanalysen: *Juniperus communis* Siehe Regel 1920 (1915) pag. 30.

IV. Feldschicht:

Aira flexuosa montana	Vaccinium Myrtillus
Festuca ovina vulgaris	Vaccinium Vitis idaea
Epilobium angustifolium	Solidago lapponica
Empetrum nigrum	

V. Bodenschicht:

Cladonia silvatica	Centraria nivalis
Cladonia rangiferina	Nephrana arctica.

Spuren von Waldbrand.

b. Feuchte Böden.

Auf feuchtem Boden, auf dem Plateau, am Ufer eines Wasserlaufes, wurde ein Picetum sphagnoso-herbosum vermerkt. (No. 707—3. VIII. 1913.)

Makrorelief: ebene Fläche an einem Wasserlaufe.

Mikrorelief: stark ausgeprägte Torfhöcker.

Boden: feuchter Sphagnumtorf — 5 cm. Untergrund Sand. Steine in 15 cm. Tiefe.

I. Etage: *Picea excelsa* cop.-soc. mit Zapfen.

II. Etage: *Betula tortuosa* soc., obstbaumförmig.

III. Unterholz: *Salix phylicifolia, Salix glauca x phylicifolia x nigricans,* stellenweise beinahe vorherrschend.

Nachwuchs: zerstreut.

Probefläche 10×10 Schritt.

Art	Höhe des Baumes Meter.	Durchmesser des Stammes cm.
Picea excelsa	6	8
	8	25
	8	23
	9	12.5
	1.5	2.5
	2	4
Betula tortuosa	0.3	
	0.3	
	abgestorben	10
	3.5	4
	2	Strauch
	1.5	Strauch
	5	10
	3	2.5
	1.4	
	6	10
	3.5	5
	5.5	8
	5.5	7.5

IV. Feldschicht:

Arctagrostis latifolia sp.gr.*
Geranium silvaticum sp.
Geum rivale sp.
Oxycoccus microcarpus sp. **
Vaccinium uliginosum cop. ***
Vaccinium Myrtillus cop. ***
Linnaca borealis sp.gr. ***
Pirola rotundifolia sp. ***
Pirola secunda sp. ***
Empetrum nigrum cop. ***
Ledum palustre spgr.
Pedicularis lapponica cop.
Cornus suecica sp.
Solidago Virgaurea lapponica sp.
Saussurea alpina cop.

*) Zwischen den Höckern, im Wasser.
**) auf *Sphagnum.*
***) Torfhöcker ohne *Sphagnum.*

V. Bodenschicht: *Sphagnum soc.; Hypnum Schreberi, Nephroma arctica, Polytrichum* nur auf den Torfhöckern.

Am Rande des Wasserlaufes wurden viele Kräuter und Gräser vermerkt.

4. Am Ufer des Ponoi.

Die Talhänge am Ponoi sind steil, auch sieht man häufig Gneisfelsen an die Oberfläche treten. Gleich bei der Mündung des mehrfach erwähnten Baches ist der Talhang am rechten Ufer des Ponoi mit einem Betuletum pinoso-empetrosun von folgender Zusammensetzung bedeckt: (No. 708—3. VIII. 1913.)

Makrorelief: ebene Stufe am Talkang in 25 m. Höhe über dem Flusse, zu welchem ein steiler felsiger Absturz abfällt.

Mikrorelief: eben.

Boden: dünne Humusschicht auf Skelettboden.

I. Etage: *Pinus lapponica* cop.-soc., 10 m. Höhe bei 37 cm. Stammdurchmesser, mit Zapfen.

II. Etage: *Betula tortuosa* cop. Dichte des Baumbestandes 6—7.

Probefläche von 10×10 Schritt.

Art	Höhe des Baumes Meter.	Dnrchmesser des Stämmes cm.
Pinus lapponica	6	11
	7	17
	Stumpf	17
	8	25
	5	7.5
	7	15
	7	15
	6	10
	4.5	7.5
	7	15+15 (2 Stämme)
Betula tortuosa	5.6	7.5
	6	15
	6	13
	5	10
	7	17.75

Stammanalyse einer Kiefer — siehe Regei 1920 (1915) pag. 28 No. 14.

IV. Feldschicht: *Aira flexuosa montana* sol., *Arctostaphylos uva urvi* sp.gr., *Vaccinium Myrtillus* sp.-cop., *Empetrum nigrum* soc., *Vaccinium, vitis idaea* cop.-soc.

V. Bodenschicht: *Cladonia silvatica, Cladonia rangiferina, Hypnum Schreberi, Nephroma arctica*. Spuren von Waldbrand.

5. Das rechte Ufer des Ponoi.

a. Das Plateau.

Die Anhöhen auf dem rechten Ufer des Ponoi sind etwas niedriger, als auf dem linken, da hier die Fläche des Plateau schon bei 60 m. über dem Flusse beginnt. Auch der Talhang steigt nicht, steil, sondern in Terrassen en, und an seinem oberen Rande, den Nord und Westwinden ausgesetzt, (siehe die Figur), zieht sich eine tundraähnliche Flechtenheide hin, ein Cladonietum rangiferinae pinosum (Nr. 709—3. VIII. 1913).

Makrorelief: Ebene, nach Süden ansteigend, nach N (zum Flusstale) und W (Tal eines Nebenflusses) abstürzend.

Mikrorelief: eben.

Boden: Skelettboden, viele erratische Blöcke.

Bäume: *Pinus lapponica* sol., stark Einienförmig, 7 m. Höhe, (max, 12 cm. Stammdurchmesser; 3 m. Höhe bei 9 cm. Stammdurchmesser mit Zapfen.

Sträucher: *Betula tortuosa* 1 m. hoch.

Feldschicht schwach ausgeprägt: *Empetrum nigrum cop., Arctostaphylos uva ursi, Ledum palustre, Aira flexuosa sp., Vaccinium Myrtillus sp., Calluna vulgaris* sp., *Epilobium palustre* sol.

Bodenschicht: dichter Flechtenteppich aus *Cladonien*, eingestreut *Solorina crocea.*

Diese Flechtenheide ist zweifellos an Stelle eines Waldes entstanden.

b. Der Talhang.

Den terrassenförmigen Absatz auf dem Talhange, in 43 m. Höhe über dem Flusse bedeckt ein Betuleto-Pinetum cladonioso—empetrosum von folgender Zusammensetzung: (No. 710—3. VIII. 1913.)

Makrorelief: terrassenförmige Stufe auf dem Talhang.

Mikrorelief: eben.

Boden: Sand, Steine.

I Etage: *Pinus lapponica* cop.

II Etage: *Betula tortuosa* cop.-soc.

III Unterholz: *Juniperus communis* cop.

Nachwuchs: Kiefernnachwuchs sehr spärlich, reichlicher Birkennachwuchs.

Dichte des Bestandes—4.

Art	Höhe des Baumes Meter	Durchmesser des Stammes cm.
Pinus lapponica	10—11	28
	11	30
	9	25
Betula tortuosa	4.5	6
	0.6	
	0.7	
	0.35	
	0,3	
	0.32	
	2	Strauch
	6	15 (3 Stämme)

IV. Feldschicht;

Festuca ovina sp.
Aira flexuosa montana cop.
Vaccinium Vitis idaea sp.
Vaccinium uliginosum cop. gr.
Ledum palustre sp.
Arctostaphylos uva ursi sol. gr.
Empetrum nigrum cop.-soc.
Campanula rotundifolia sp.
Solidago Virgaurea lapponica sp.

V. Bodenschicht: Dichter Flechtenteppich aus: *Cladonia gracilis, Cladonia rangiferina, Cladonia silvatica, Nephroma arctica, Hypnum Schreberi.* Der Wald geht in ein Moor über, welches sich auch den Talhang hinabzieht. Die Dicke der Moos und Torfschicht beträgt: 12.75 cm.; Humus 2,5 cm.; Bleicherde—5—7.5 cm.; Ortstein; Quarzstücke.

Bäume: *Pinus lapponica*—stirbt ab, *Betula tortuosa*—2 m. hoch, nur am Rande; *Picea excelsa:* in der Mitte des Moores bis zu 6 m. hohe Bäume, am Rande auf trockenem Boden 12 m. hohe und 25 cm. dicke Exemplare.

Feldschicht: *Arctostaphylos alpina, Vaccinium uliginosum, Ledum palustre, Empetrum nigrum soc., Betula nana cop.*

Bodenschicht: *Sphagna* soc., *Polytrichum juniperinum, Cladonia.*

Tiefer unten, 30 m. über dem Flusse, erstreckt sich eine andere Terrasse, welche mit Mischwald, Pineto—Betuletum vaccinioso-cladoniosum bedeckt ist: (No. 711—3. VIII. 1913.)

Makrorelief: Terrasse am Talhang.

Mikrorelief: eben.

Boden: Humus 2.5 cm.; Bleicherde 5 cm.; Ortstein, Steine 17.5 cm.

I. Etage: *Pinus lapponica* cop.

II. Etage: *Betula tortuosa* cop.-soc.

III. Unterholz: *Juniperus communis* cop.

Nachwuchs; Kiefernnachwuchs sol., Dichte des Baumbestandes 5—6.

Probefläche 10 × 10 Schritt.

Art	Höhe des Baumes Meter	Durchmesser des Stammes cm.
Pinus lapponica . .	10	
	1	
	3	6
	12—13	25
	10	15
	14	28
	4.5	6
Betula tortuosa . . .	3	Strauch
	3	Strauch
	3	Strauch
	3	7.5
	4	7
	3.5	6
	4.5	6
	5	7.5

IV. Feldschicht:

Vaccinium Vitis idaea cop., *Vaccinium Myrtillus* sp.

Vaccinium uliginosum sp., *Empetrum nigrum* cop.

V. Bodenschicht:

Cladonia rangiferina sp.-cop., *Hypnum Schreberi* sp.-cop., *Cladonia silvatica*, *Cladonia alpestris*.

Dort, wo die Dichte des Baumbestandes geringer ist und bis auf 2—3 fällt, ist der Boden mit einem dichten Flechtenteppich bedeckt. Die Assoziation Pineto—Betuletum cladoniosum besteht hier aus folgenden Arten: (Nr. 712—3.VIII. 1913.)

Makro- und Mikrorelief wie Nr. 711.

Boden: Humus 2.5 cm., Bleicherde 4 cm., Ortstein 10 cm. Stein.

I. Etage: *Pinus lapponica* cop.-soc., 14 m. Höhe (maximum) bei 40 cm. Stammdurchmesser, mit Zapfen.

II. Etage: *Betula tortuosa* sp., 3 m. Höhe bei 4 cm. Stammdurchmesser.

III. Unterholz: *Juniperus communis* cop. Kiefernnachwuchs — sp.

Probefläche 10 × 10 Schritt.

Art	Höhe des Baumes Meter	Stammdurchmesser des Stmmes cm.
Pinus lapponica . .	5	9
	5.5	10
	5	7.5
	4	6
	3	6
	10	20
	10	19
	6	12
Betula tortuosa . . .	1.5	

IV. Feldschicht: Zwerg und Spaliersträucher.

V. Bodenschicht: Dichter Flechtenteppich aus *Cladonien*.

Stellenweise treten die Bäume gänztich zurück, so dass wir eine Flechtenheide vor uns haben. Kleine Sphagneta myrtillosa (Nr. 713—3.VIII.913) in diesem Walde sind mit *Rubus chamaemorus, Betula nana, Carex sparsiflora, Vaccinium Myrtillus* bewachsen, an den Rändern kommen vereinzelt fast gänzlich abgestorbene 3 m. hohe, und 5 cm. dicke Fichten vor.

Der Wald geht ins Moor vermittels der Uebergangassoziationen *Betula nana—Polytrichum strictum – Calluna vulgaris* über.

Am Flusse schliesst diese Terrase mit einem 5 m. tiefen Hange ab, welcher mit einem Betuleto — Juniperetum festucoso vacciniosum bedeckt ist, bestehend aus (Nr. 714).

Betula tortuosa 8 m. hoch, 18 cm. Stammdurchmesser, *Juniperus communis* cop., *Lonicera coerulea, Aira flexuosa montana. Festuca ovina vulgaris* cop.-soc., *Rubus arcticus, Vaccinium Vitis idaea,* cop., *Vaccinium uliginosum* cop., *Hypnum Schreberi, Polytrichum commune.*

Die alluviale Terrasse unten, am Fusse des Talhanges, bei der Mündung eines rechten Zuflusses, ist von einem typischen Betuletum herbosum (Dichte 6—7) bedeckt.

6. Das Ufer des Ponoi.

Der Ponoi, sowie sein, von rechts mündender Zufluss, sind mit einem mehr oder weniger breiten Strand bedeckt, mit recht reichhaltiger Vegetation, wie z. B. am Fusse des auf Seite Nr. 708 erwähnten felsigen Abhanges, folgende Assoziationen vermerkt worden: Desertum fluvii. (Nr. 715—3.VIII.1913.)

Juncus trifidus
Festuca ovina vulgaris
Allium sibiricum cop.
Astragalus arcticus *
Oxytropis sordida *
Antennaria dioica *

*) Nicht unmittelbar am Rande des Flusses.

Salix hastata	Aster sibiricus
Rumex haplorhizus sp.	Tanacetum vulgare
Epilobium angustifolium	Solidago Virgaurea lapponica
Viscaria alpina	Campanula rotundifolia lapponica
Viola montana	Gnaphalium supinum

Ferner die Assogiationen: Caricetum aquatilis — auf Sandboden am Flusse, Phalaridetum arundinaceae, oberhalb des Caricetum. Calamagrostidetum neglectae.

Sol: *Salix Lapponum* und *Salix Lapponum x phylicifolia*.. Airetum flexuosaae montanae, am Fusse des Talhanges.

Betuletum herbosum (Nr. 716—3.VIII.1913) mit *Ribes glabellum, Lonicera coerulea, Rosa cinnamomea, Thalictrum simplex* u. a.

Im Wasser des Ponoi, auf dem steinigen Boden wachsend: *Petasites laevigatus, Caltha palustris*.

7. Den Fluss hinauf.

Oberhalb der von uns untersuchten Gegend fliesst der Pono in einem engen Tale, von hohen Talhängen eingefasst, dahin welche mit Nadelwald bedeckt und in welchen häufig Gneisfelsen hervortreten. Oben, auf dem Plateau herrschen Pineta cladoniosa und Betuleto-Pineta cladoniosa und empetreosa vor, nicht selten sieht man grosse von Waldbränden vernichtete Flächten.

Jedoch öfters, als bisher, treten Alluvialterrassen auf, welche hie und da recht eine recht ansehnliche Grösse erreichen können und welche teils mit Kiefernwäldern (Pineta cladoniosa, Pineta empetrosa) teils mit Birkenwäldern (Betuleta herbosa) bedeckt sind, während auf versumpften Böden Fichten wachsen.

100 km. oberhalb der Mündung des Aatscherjok mündet von links in den Ponoi der ansehnliche Lebjasha (Kaarsmuaj) Fluss, an dessen Mündung, auf der Alluvialterrasse, verlassene Lappengammen stehen. Oberhalb der Lebjasha treten im Ponoi kleine Alluvialinseln mit reicher Vegetation bedeckt, auf. Im Wasser wächst häufig *Petasites laevigatus*. Mit Birkenwald bewachsene Inseln sind viel seltener; eingehender wurde die Gegend 10 — 12 km. oberhalb der Mündung der Lebjascha untersucht.

IX. Zwischen Lebjasha und Lossenga.

1. Das Ufer des Ponoi.

Das Ufer des Ponoi ist hier (d. h. 10 — 12 km. oberhalb der Mündung der Lebjasha Flusses) niedrig, aus Alluvialsand bestehend, und erst in einer Entfernung von 25—100 m. vom

Flusse steigt der Talhang in die Höhe. Folgende zwei Assoziationsserien wurden hier auf dem Alluvium vermerkt.

a. Associationsserie I.

A. Betuletum-vaccinioso-polytrichosum auf Alluvialsand am Fusse des Talhanges. (Nr. 717—1.VIII.1913.)

I. Etage: *Betula tortuosa*, soc., 10 hoch, 10 cm. Durchmesser.

II. Etage: *Picea excelsa* — soc., 3.5 m. hoch

III. Unterholz: *Juniperus communis* sp.

Nachwuchs: reichlich. Dichte des Waldbestandes — 7.

IV. Feldschicht:

Equisetum silvaticum sp.
Rubus arcticus sp.
Vaccinium Vitis idaea cop.
Vaccinium uliginosum sp.
Pirola secunda sol.gr.
Trientalis europaea sp.
Veronica longifolia sp.
Solidago Virgaurea lapponica sp.
Cirsium heterophyllum sp.

V. Bodenschicht: Dichter Moosteppich aus: *Polytrichum commune* cop.-soc.

Näher zum Flusse herrscht in der Feldschicht *Vaccinium uliginosum* vor.

Die Depression (alter Flusslauf) zwischen dem Walde und dem Flusse ist von einem Moore eingenommen, bestehend aus:

B. Caricetum vesicariae herbosum (No. 717a —1. VIII. 1913.) mit *Carex vesicariae* soc., *Comarum palustre* cop. welches von einem Salicetum phylicifoliae mit *Salix phylicifolia, Salix Lapponum x phylicifolia, Calamagrostis phragmi Trides* cop., *Filipendula Ulmaria sp. gr.*, eingefasst ist.

C. Ein 8—9 m. breites Betuletum herbosum (No. 718—1. VIII. 1913) mit *Calamagrostis phragmitoides, Phalaris arundinacea* sp., *Filipendula Ulmaria* cop. — cop. gr., *Rubus arcticus cop. gr., Cornus suecica* cop.,, *Galium boreale* sp. gr. — trennt das Caricetum vom Flusse.

D. Das Alluvium fällt mit einem 2—3 m. hohen sandigen Abhang zum Flusse ab, an dem sich unten ein Strand (No. 719 — 1. VIII. 1912) bestehend aus *Carex aquatilis* cop., *Allium sibiricum* sp., *Veronica longifolia, Filipendula Ulmaria, Luzula multiflora, Rumex haplorhizus* hinzieht.

E. Der untergetauchte Strand besteht aus *Carex aquatilis. Phalaris arundinacea, Calamagrostis phragmitoides* Beständen.

b. Assoziationsserie II.

A. Birkenwald — Betuletum herbosum, auf dem Alluvium. (No. 720 — 1. VIII. 1913.).

Makrorelief: Ebene mit sanfter Abdachung zum Flusse und zum Moore.

Mikrorelief: eben.

Boden: Alluvialsand.

I. Etage: *Betula tortuosa* soc., 15 m. Höhe, bei 23 cm. Stammdurchmesser.

II. Etage: *Populus tremula*, sol., am Rande.

III. Unterholz: *Juniperus communis* sp. Dichte des Baumbestandes 5.

Probefläche 10×10 Schritt.

Art	Höhe des Baumes Meter	Durchmesser des Baumes cm.
Betula tortuosa	15	22.75
	9	11
	4	5
	4	5
	10	15 (3 Stämme)
	12	15
	12	15
	12	15
	3.5	5
	15	25
	5	7.5 (Der Hauptstamm abgehauen)
Juniperus communis	1	
	1.5	
	1	

Stammanalyse von *Populus tremula* — siehe Regel, 1920 (1915) pag. 30.

IV. Feldschicht.

a. Am Waldrande, beim Flusse:

Aira flexuosa montana soc.
Dianthus superbus sp.
Veronica longifolia sol.
Vaccinium uliginosum cop.
Solidago virgaurea lapponica cop.

b. Weiter vom Waldrande:

Calamagrostis neglecta sp.
Calamagrostis phragmitoides spg.
Festuca ovina vulgaris sp.
Aira flexuosa montana sp.
Poa pratensis sp.
Luzula multiflora
Dianthus superbus
Geranium silvaticum sp.
Rubus saxatilis sp. gr.
Rubus arcticus cop.
Trientalis europaea cop.
Veronica longifolia sp.
Viola montana sp.
Vaccinium Vitis idaea sol. gr.
Galium boreale sp. gr.
Solidago Virgaurea lapponica sp.
Saussurea alpina sp.
Cirsium heterophyllum sp.

B. Zwischen dem Walde und dem Talhang, in einer Depression liegt ein Moor. Das Betuletum herbosum geht zuerst in ein Salicetum phylifoliae (No. 720a — 1. VIII. 1913) über, bestehend aus:

Salix phylicifolia — *Salix Lapponum*

Feldschicht:

Calamagrostis cop. — *Viola epipsila*
Ranunculus repens cop. — *Veronica longifolia* sp.
Comarum palustre cop.

Näher zum Moore erscheinen: *Phalaris arundinacea, Filipendula Ulmaria,* und am Rande des Moores: *Carex vesicaria, Carex caespitosa.*

Am Strand, zwischen dem Betuletum herbosum und dem Flusse wurden folgende Assoziationen vermerkt:

C. Airetum flexuosae (No. 721 — 1, VIII. 1913) am Rande des Waldes, bestehend aus:

Aira flexuosa montana soc. — *Luzula multiflora*
Festuca rubra cop. — *Solidago Virgaurea lapponica*
Molinia coerulea sp.

D. Molinietum coeruleae (No. 722—1. VIII. 1913) näher zum Flusse, bestehend aus:

Molinia coerulea soc. — *Agrostis borealis* cop.
Calamagrostis neglecta sp. — *Veronica longifolia* cop.
Phalaris arundinacea cop. gr.

c. Assoziationsserie III.

Ca. 0.1 km. oberhalb der Assoziationsserie II, wo die Entfernung zwischen dem Flusse und dem Talhang 100 m. beträgt, ist das ganze breite Alluvial mit einem Moorkomplex bedeckt. Folge de Assoziationen wurden hier vermerkt:

A. Sphagnetum chamaemoroso—betulosum (No. 723 — 1. 1913) am Flusse des Talhanges, mit stark höckerigem Mirkoreliefl.

Bäume: *Betula tortuosa* sol. 4—5 m. hoch, bei 7.5 cm. Stammdurchmesser.

Sträucher: *Salix Lapponum* cop., *Betula nana* cop.

Feldschicht:

Calamagrostis phragmitoides sp. gr. — Vaccinium uliginosum cop.
Carex canescens cop. — Cassandra calyculata sp.
Rubus chamaemorus cop. — Andromeda polifolia sp.
Comarum palustre cop. — Pedicularis lapponica
Oxycoccus microcarpus

B. Betuletum nanae—näher zum Flusse, den grössten Teil des Moores bedeckend, bestehend aus. (No. 724 — 1. VIII. 1913.)

Betula nana soc., (hohe Form); *Salix Lapponium* sp.
Feldschicht:

Carex dioica sp.-cop.
Equisetum heleocharis limosum cop. *
Carex chordorrhiza sp.
Comarum palustre cop.
Salix myrtilloides
Rubus arcticus sol.
Oxycoccus microcarpus
Vaccinium uliginosum cop.
Carex canescens cop. **

*) In Wasserlachen.
**) stellenweise.

Bodenschicht: dichter Teppich aus *Sphagnum*.

C. Caricetum sphagnosum, höher zum Flusse, bestehend aus: (No. 725 — 1. VIII. 1913.)

Carex aquatilis cop.-soc.
Carex rostrata cop.-soc.
Carex chordorrhiza cop. *
Comarum palustre cop.
Salix myrtilloides cop.
Betula nana cop. gr.
Andromeda polifolia

*) Auf *Sphagnum*

Sphagnum soc.

D. Zwischen dem Moore und dem Caricetum erstreckt sich ein Salicetum phylicifoliae (No. 726 — 1. VIII 1913) von folgender Zusammensetzung:

Bäume: *Betula tortuosa* sol., 2. 5 m. hoch, 5 cm. dick

Sträucher: *Salices (Salix phylicifolia, Lalix Lapponum u. a.)*

Feldschicht:

Carex canescens cop.
Calamagrostis sp.
Carex caespitosa sol.
Carex aquatilis sol.-sp.
Galium boreale *
Comarum palustre cop
Phalaris arundinacca *

*) Am Rande

Uferzone; *Carex aquatilis* und *Comarum palustre*, 2 — 3 Meter breite Bestände.

2. Die Anhöhen.

Das hügelige Plateau, von welchem das Flusstal oben begrenzt wird, sowie auch der Talhang sind mit Kiefernwald bedeckt, während die ebenen Stellen auf dem Plateau von Mooren eingenommen werden.

In 10 m. Höhe über dem Flusse wurde ein Pinetum cladoniosum mit Brandspuren vermerkt. (No. 727—1. III. 1913.)

Makrorelief: Abhang.

Mikrorelief: eben.

Boden: Sand, Steine, stellenweise erratische Blöcke

I. Etage: *Pinus lapponica* soc.

II. Etage: *Betula tortuosa* sp.

III. Unterholz: fehlt. Nachwuchs: Kiefer -- zerstreut, Birke– reichlich.

Probefläche 10 × 10 Schritt

Art	Höhe des Baumes Meter	Durchmesser des Strammes cm.
Pinus lapponica	Stumpf	25
	Stumpf	25
		22
	15	28
	Stumpf	25
	1.4	
Betula tortuosa	7	12—(4 Stämme)

IV Feldschicht Spalier-und Zwergsträucher.

V Bodenschicht: *Cladonia alpestris, Cladonia rangiferina Cladonia silvatica, Cladonia coccifera.*

In 20 m. über dem Flusse wurde folgendes Betuletum cladoniosum vermerkt (No. 728—1. VIII. 1913.).

Makrorelief: terrassenförmiges Plateau am Talhange.

Mikrorelief: eben.

Boden: Skelettboden, Steine an der Oberfläche

I. Etage: *Pinus lapponica* sp., 10-12 m. Höhe, 25 cm. Stammdurchmesser

II. Etage: *Betula tortuosa* 6 m. Höhe, 15 cm. dick., knorrig, vielstämmig.

III. Unterholz: *Juniperus communis sp.* Dichte des Baumbestandes — 5.

Probefläche 10×10 Schritt

Name	Höhe des Baumes Meter	Durchmesser des Stammes cm.
Betula tortuosa	2.5	2.5
	3.5	6
	3.5	5
	3	4
	0.4	
	2	
	2.5	2.5
	2.5	2.5
	2.5	2.5

Name	Hohe des Baumes Meter	Durchmesser des Stammes Cm.
	3.5	5
	3.5	5
	4.5	7.5
	3	6
Pinus lapponica	5	10
	10	25
	0.3	
	0.7	
	0.5	
	0.7	
	5	13
Juniperus communis	0.7	
	0.7	
	1	

IV. Feldschicht:

Lycopodium complanatum	Vaccinium Vitis idaea sp. gr.
Agrostis borealis sp.	Empetrum nigrum cop. gr.
Vaccinium Myrtillus sp. gr.	Arctostaphylos uva ursi sol. gr.
Vaccinium uliginosum sp.	Solidago Virgaurea lapponica sp.

V. Bodenschicht: *Cladonia silvatica* soc., *Cladonia rangiferina* sp. gr., *Cladonia coccifera, Polytrichum, Dicranum scoparium*.

Noch höher oben herrscht das Pinetum cladoniosum vor.

3. Das Tal eines Baches.

Östlich von den hier beschriebenen Anhöhen fliesst in einem von sanften Talhängen eingefassten Tale ein Bach, welcher sich in den Ponoi von links ergiesst.

Auf den steinigen Wiesen im Tale wurden (No. 729a — 1. VIII. 1913) folgende Pflanzen vermerkt:

Juncus trifidus	Calluna vulgaris
Campanula rotundifolia lapponica	Vaccinium uliginosum
Festuca ovina	Bartschia alpina
Salix hastata	Pedicularis lapponica sp.
Molinia coerulea	Hieracium
Tofieldia borealis	

Die Talhänge sind mit Wald und teilweise auch mit Moorkomplexen bedecht.

So sehen wir auf dem rechten Ufer — auf einem sanft nach Osten geneigten Hange ein Betuleto—Picetum myrtillosum vorherrschen, bestehend aus (No 729—1. VIII. 1913).

Makrorelief: Abhang.
Mikrorelief: eben.

Boden: Humus 2.5 cm.; Bleicherde 5 cm.; Orstein 7.5 cm. in 17 cm. Tiefe Steine; vereinzelne Fluss-Steine auch schon in 7.5 cm. Tiefe.

I. Etage: Betula tortusa soc. Dichte des Baumbestandes — 5—6

III. Unterholz: *Juniperus communis* sp.

IV. Feldschicht: *Vaccinium Myrtillus* cop., *Vaccinium Vitis idaea* cop., *Vaccinium uliginosum* soc., *Rubus arcticus* sp.

Bodenschicht: *Hypnum Schreberi; Hylocomium proliferum; Polytrichum juniperinum; Dicranum scoparium.*

Ein Betuleto — Picetum myrtillosum bedeckt ebenfalls den Talhang auf dem linken Ufer; die Dichte des Baumbestandes beträgt hier jedoch 8; Stammanalyse einer Birke siehe Regel 1920 (1915) pag. 18 No. 21. Höher hinauf, wo die Abdachung des Talhanges noch geringer wird, beginnt ein Sphagnetum empetroso — microbetulosum. Hier wurden vermerckt: (No. 730 — 1. VIII.) 1913.

Makrorelief: sanft nach W geneigter Talhang.

Mikrorelief: kleine Höcker.

Boden: lebendes Moos — 15 cm.; Humus — 4 cm.; darunter Bleicherde, Steine.

Bäume: *Picea excelsa* sol.

Unterholz: *Betula nana* (hohe Form) cop.: *Salix lapponum* sp.

Feldschicht:

Rubus chamaemorus sp.	Vaccinium uliginosum sp. *
Oxycoccus microcarpus cop.	Vaccinium Myrtillus cop.
Empetrum nigrum cop.	Ledum palustre sp.

*) Nur auf den Torfhöckern.

Bodenschicht: *Sphagnum* soc.

In 30 m. Höhe über dem Ponoi erstreckt sich ein typisch ausgeprägtes Pinetum cladoniosum (No 731 — 1. VIII. 1913.)

Makrorelief: sanft nach NW geneigter Hang.

Mikrorelief: eben.

Boden: grober Sand auf felsigen Untergrund.

I. Etage: *Picea excelsa* sp.

II. Etage: *Pinus lapponica* soc., *Betula tortnosa* sp.

III. Unterholz: *Juniperus communis* sp.; Nachwuchs: spärlicher Fichtennachwuchs.

Probefläche 10 × 10 Schritt.

Name	Höhe des Baumes Meter	Durchmesser des Stammos cm.
Picea excelsa	20	45
Pinus lapponica	13	25
	8	17,75
	6	10
	12	22
	12	20
	10	18
	10	18
Betula tortuosa	7	12

IV. Feldschicht: *Lycopodium complanatum, Arctostaphylos uva ursi* sp., *Vaccinium Myrtillus, Vaccinium uliginosum, Vaccinium Vitis idaea.*

V. Bodenschicht: Dichter Flechtenteppich aus: *Cladonia rangiferina* sp. — cop., *Cladonia alpestris* sp. — cop., *Cladonia silvatica* soc., *Nephroma arctica* sp. gr.

Eine Probefläche von 10 × 10 Schritt in 35 m. Höhe angelegt zeigte folgendes:

Name	Höhe des Baumes Meter	Durchmesser des Stammes cm.
Pinus lapponica	11	22
	8	15
	6	12,75
	9	20
	6	12
	12	21
	10	21
Betula tortuosa	2,25	

Analyse des Stammes einer Kiefer — siehe Regel 1920 (1915) pag. 28 N 13

In 20 m. Höhe, in der Nähe der Mündung in den Ponoi, wurde folgendes Pinetum cladoniosum vermerkt. (No. 732 — 1. VIII. 1913).

Makrorelief: ebene Stelle.

Mikrorelief; eben.

Boden: Humus 1 cm., Bleicherde 7,5, Ortstein 15 cm.; Felsen.

I. Etage: *Pinus lapponica soc.*

II. Etage: *Betula tortuosa sp.*

III. Unterholz: fehlt; Nachwuchs — nicht vorhanden.

Probefläche 10 x 10 Schritt

Art	Höhe des Baumes Meter	Durchmesser des Stammes cm.
Pinus lapponica	12	25
	abgestorben	18
	1.5	
	7	18
	6	15
	13	30
	14	32
	7	15
	5	12.75

IV. Feldschicht: Zwergsträucher (*Calluna vulgari, Vaccinium uliginosum*) u. a.

V. Bodenschicht: Dichter Flechtenteppich aus *Cladonien, Polytrichum.* Brandspuren.

4. Die Moore auf dem Plateau.

Die Depressionen auf dem Plateau sind mit Mooren bedeckt, welche zum Teil eine recht bedeutende Grösse erreichen können. Vermerkt wurden folgende Associationen:

A. Sphagnetum empetrosum (No. 733 — 1. VIII. 1913).

Makrorelief: 2—3 m. tiefe Depression

Mikrorelief: Torfhöcker 0.35 m. hoch, welche an der Peripherie auf faulenden Baumstümpfen entstanden sind.

Boden: *Sphagnumtorf*; in 0.3 m. Tiefe — feuchter Sand oder Bodeneis.

Bäume: *Picea excelsa* cop., 7 m. Höhe bei 15 cm. Dicke, sowie Moorform. *Pinus lapponica* sol. - sp.

Feldschicht:

Eriophorum vaginatum cop.
Carex globularis cop.
Carex sparsiflora
Salix myrtilloides
Betula nana cop.
Rubus chamaemorus cop.
Ledum palustre cop.
Vaccinium uliginosum cop.
Empetrum nigrum cop.-soc.
Oxycoccus microcarpus
Andromeda polifolia sp. gr.

Bodenschicht: *Sphagnum* soc.

Auf den Torfhöckern: *Polytrichum, Stereocaulon paschale, Cladonia coccifera; Cladonia rangiferina.*

B. Caricetum sphagnosum — in der Mitte der Depression (No. 734—1. VIII. 1913.).

Carex rostrata et borealis	Menyanthes trifoliata cop.
Carex rotundata	Carex rariflora cop. *
Carex aquatilis	Rubus chamaemorus sol. *
Carex globularis	Carex limosa
Scirpus caespitosus cop.	Carex sparsiflora
Eriophorum alpinum sp. gr.	Eriophorum angustifolium

*) Auf Sphagnum, am Rande.

Bodenschicht: *Sphagnum soc.* Vereinzelt hier vorkommende Torfhöcker sind aus *Carex* entstanden *(C. aquatilis, C. rotundata).* Caricetum rotundatae.

X. Lossenga-Wuljawr.

Westlich von der hier untersuchten Gegend mündet in den Ponoi von links sein grosser Nebenfluss, die Lossenga, welche einen typischen Gebirgsfluss, mit flachem steinigen Bette und rascher Strömung, darstellt.

Oberhalb der Lossenga wird die Strömung des Ponoi allmählich langsamer. Erst von hier an beginnt die grosse Talbildung des Ponoi, hier hören die felsigen Ufer auf, welche uns vom Meere an begleitet haben, von der Lossenge bis zum Wuljawr werden die Ufer des Stromes von Moränenablagerungen gebildet. Von der Mündung der Lossenge an, hinab zum Meere, finden wir in den Wäldern Holzfällerspuren, oberhalb davon verschwinden sie, die Wälder sind hier ursprünglicher.

Die felsigen Anhöhen — Ausläufer der am Wuljawr sich befindlichen, sind mit Kiefernwald bedeckt, mit Flechtenteppich, oft jedoch sieht man hier auch grosse Brandflächen.

Die niedrigen Alluvialufer sind mit Birken, Fichten oder Laubwald bewachsen. Die ebenen Flächen zwischen diesen Uferwäldern und den Bergen sind mit Mooren bedeckt — sowie wir es auch an der oberen Warsuga und in den von uns untersuchten centralen Teilen von Lapponia Varsugae gesehen haben.

Am Wuljawr verläuft die Grenze zwischen den Provinzen Lapponia Ponojensis und Lapponia Varsugae.

XI. Schuur Urt.

Der nächste grosse Strom von Lapponia Ponojensis ist die Jokanga, welche sich in das Eismeer ergiesst. Die Wasserscheide zwischen ihr und dem Ponoi wird von einem Bergrücken — dem Schuur Urt gebildet, dessen Nordabhang terrassenförmig ansteigt,

dessen Südabhang aber steil zum hügeligen Plateau des Ponoi Tales abfällt (Kihlman 1890 pg. 7). Seine Breite beträgt nur mehrere hundert Fuss, während die — ab Höhe ca. 320 m. erreicht[1]). Nach Westen hin endet der Schuur Urt in den massiven Wytsepahk und Puarres-uajw, nach Osten hin, zwischen den Lappendörfern Kuroptjewsk und Lumbowsk, im Süden wird er von der Gegend zwischen dem Aatscherjok und dem Jeljok begrenzt und verliert sich nach Osten hin allmällich auf dem Plateau.

Am Südfusse des Schuur Urt liegen die Lappendörfer Jokanks (Schur Sijt) uud Lumbowsk (Lymbesijt).

Ueber die Vegetationsverhältnisse dieser Gegend finden wir kurze Angaben bei Kihlman, aus denen ersichtlich ist, dass in einer, nach SE offenen Depression auf dem waldlosen Gipfel des Schuur Urt spärliches Birkengesträuch wächst. Auf dem Südabhange wachsen stellenweise niedrige Birkensträucher, während am Fusse des Bergrückens 6—8 m. hoher Birkenwald wächst.

Die Nordgrenze der Nadelbäume bildet hier die Kiefer, östlich jedoch von Kuroptjewsk ist es die Fichte.

Der Schuur Urt bildet nicht nur eine Grenze zwischen den Stromsystemen des Poni und der Jokanga, er bildet auch die Nordgrenze der Provinz Laponia ponojensis. Jenseits dieses Bergrückens liegt schon die Provinz Lapponia murmanica.

Fassen wir die Angaben Kihlmans zusammen, so sehen wir deutlich, dass nördlich vom Ponoi, in der Nähe der polaren Waldgrenze die Birke vorwiegt, und die Kiefer nach Osten hin allmählich verschwindet und durch Fichten ersetzt wird. Die Wälder sind auch hier, wie überall in Lappland, vor allem an die Anhöhen gebunden, während auf den Ebenen, wie z. B. zwischen Jokansk und Kuroptjewsk, an ihre Stelle Moore treten.

LAPPONIA IMANDRAE.

A. Uebersicht.

Die Imandra Lappmark umfasst das hügelige und gebirgige Gebiet westlich von der Lapponia Varsugae bis zur finnischen Grenze, mit dem Imandra See und dem Umpjawr und den Gebirgen Lujawr Urt, Umptek, Montsche und Tschyntundra. Im Norden geht sie allmählich in die Tuloma Lappmark über, wobei wir als Grenze die Wasserscheide zwischen dem Weissen- und den Eismeer betrachten wollen.

---

[1]) Nach Kihlman erhebt sich der Schuur Urt 190 m. über der Südabkanges, die mittlere Höhe aber des zentralen Plateaus ist 140 m., also 330 m., was mir jedenfalls noch zu wenig erscheint.

B. Kandalax.

Die Untersuchung der Pflanzendecke wollen wir am besten mit dem Dorfe Kandalax beginnen, welches an der Mündung des Niwa Flusses in den Meerbusen von Kandalax gelegen ist, und schon seit langen als Ausgangspunkt für die Erforschung der Halbinsel Kola gedient hat[1]). Jetzt ist es Station der Murmanbahn, welche von hier aus gerade nach Norden, zum Kola Fjorde, führt.

In floristischer Hinsicht ist die Umgebung von Kandalax gut erforscht.

Das rechte (westliche Ufer) des Flusses, wo der grössere Teil des Dorfes liegt, ist bedeutend niedriger als das linke, da sich hier nur unbedeutende, mit Moränenablagerungen bedeckte und mit Nadelwald bewachsene Hügel erheben. Kiefernwälder auf Sandboden sind vorherrschend, deren floristische Zusammensetzung von Brotherus (1886 pg. 3) untersucht worden ist.

Westlich vom Dorfe, wo das Terrain sich senkt, finden wir ein Piceto-Pinetum myrtillosum dessen Feldschicht folgende Zusammensetzung aufweist. (No. 735 — 28. VI. 1911).

Lycopodium annotinum	Rubus saxatilis
Lycopodium complanatum	Geranium silvaticum
Dryopteris Linnaeana	Pirola secunda
Luzula pilosa	Linnaea borealis
Majanthemum bifolium	Empetrum nigrum
Coralliorhiza innata	Solidago Virgaurea lapponica sp.

Tormentilla erecta ad. f. strictis-Gnaphalium dioicum simam

Auf feuchterem Boden treten auf: *Salix nigricans x plylicifolia, Cornus suecica.*

Auf sumpfigen Boden wurden vermerkt: *Carex rostrata, Vaccinium uliginosum, Ledum palustre, Bartschia apina.*

Die Vegetation der Waldlichtungen wird von Brotherus (1886) beschrieben. Am Ufer der Niwa sammelte Pohle (Herb. Petr.) *Carex caespitosa Goodenoughii, Subularia aepratree,* Lindbug (herb. nels.) *Equisetum variegatum, Agrostis borealis*; an den Pflanzen vom Ufer der Niwa, von verschiedenen Botanikern gesammelten, befinden sich in den Herbarien zu Helsingfors und Petersburg. Unter Weidengebüsch an feuchten Stellen wächst *Galium palustre,* auch Felsen am Flussufer — *Crepis tectorum.* Auf Schuttplätzen im Dorfe wächst nach Pohle (herb. Petr.) *Urtica urens* und *Stellaria media.*

Westlich vom Dorfe zieht sich im Meere ein breiter sandiger Strand hin, während 10 km. vom Dorfe entfernt (bei Fedosersk), salzige Strandwiesen auftreten, deren floristische Zusammensetzung

[1]) Besucht u. a. von F. Nylander, N. J. Fellman, V. F. Brotherus, N.B. Kudrjawtzew mit der russischen Kola Expedition, der finnischen Expedition von 1887, Dr. Pohle, R. Niemann, Dr. H. Lindberg, deren Sammlungen wir in den Herbarien von Helsingfors und dem Bot. Garten in Petersburg befinden.

von Brotherus studiert worden ist. Im Osten von Kandalax, wo das Terrain gebirgig wird, zieht sich am Meere eine steile felsige Kliffküste hin, an deren Fusse nur hie und da ein Strand ausgebildet ist. In den Feldritzen wächst häufig *Rhodiola rosea*, auf dem Litoridesortum (No. 736—28 VI 1911) finden wir *Elymus arenarius*, *Halianthus seploides*, *Plantago borealis*. Nur am Grunde einer kleinen Meeresbucht haben sich auf dem niedrigen lehmigen Ufer Salzwiesen bilden können, bestehend aus einem Glycerieto — Primuletum salinum (No. 737 — 28. VI. 1911).

Carex rariflora
Calamagrostis neglecta
Glyceria distans var. pulvinata
Scirpus pauciflorus
Heleocharis uniglumis
Glyceria vaginata
Festuca rubra vulgaris
Triglochin maritimum
Carex Burbaumii
Cenolophium Fischeri
Stellaria humifusa
Cochlearia officinalis
Potentilla anserina groenlandica
Primula sibirica
Glaux maritma
Plantago maritima
Chrysanthemum arcticus
Sonchus uliginosa ad integrifoliam

Niemann (Herb-Petrap.) sammelte hier auf Sandboden *Mertensia maritima*, *Achillea Millefolium*, *Leontodon autumnalis*. Pohle — *Agrostis maritima* (*subsalina*). Lindberg (Herb. Hels) sammelte am Meeresufer *Atropis retroflexa*.

Aeusserst charakteristisch für die Umgegend von Kandalax sind die zahlreichen kleinen an der Meeresküste zerstreuten Felseninseln, welche teils bewaldet, teils unbewaldet sind.

Im Westen vom Dorfe wurden auf einer solchen Insel folgende Pflanzendecke festgestellt.

Pinetum empetrosum (Nr. 738—28. VI. 1911).

Etage I und II: *Picea excelsa* sp., 2 m. hoch; *Pinus lapponica* (sp.-soc., ca. 2 m. hoch.

III. Unterholz: *Juniperus communis*.

IV. Feldschicht:

Vaccinium uliginosum
Vaccinium Myrtillus
Vaccinium Vitis idaea
Arctostaphylos alpina
Festuca ovina supina ad vulgarem
Poa pratensis
Aira flexuosa
Luzula pilosa
Trientalis europaea
Antennaria dioica
Calluna vulgaris
Empetrum nigrum
Cerastium alpestre
Epilobium palustre lapponicum

Was die übrigen Inseln betrifft, so sind sie von verschiedenen Reisenden besucht worden, wie aus der in den Herbarien zerstreuten Material ersichtlich ist.

Am interessantesten ist jedoch die Vegetation der sich in der Umgebung von Kandalax über die Waldgrenze erhebenden,

250—300 m. hohen Berge, von denen der Kreuzberg (Krestowaja Gora) und der Eiserne Berg (Schelesnaja Gora) am bekanntesten sind. Beide sind von vielen Botanikern besucht worden; Beschreibungen finden wir z. B. bei Brotherus (1886).

Eine ähnliche Vegetation bedeckt auch die übrigen Berge bei Kandalax So sammelte z. B. Dr. Pohle (Herb. Petrop.) auf der Gremjacha *Phyllodoce taxifolia, Loiseleuria procumbens, Vaccinium Myrtillus, Viscaria alpina.*

Im subalpinen und im Waldgürtel dieses Berges kommt *Mulgedium alpinum* vor, im subalpinen Gürtel *Gnaphalium norvegicum* und *Pedicularis lapponica.*

Von Kudrjawtzew wird der sogenannte Espenberg erwähnt, auf welchem Espenwald vorherrscht.

Die Pflanzendecke des Eisernen Berges ist von Brotherus genau beschrieben worden. Zwerg- und Spalierstäucher bedecken seinen Gipfel, zahlreiche Stauden und Gräser wachsen auf Humusboden an der Basis der Felsen w. z. B. (Herb. Hels) *Aspidum lonchitis, Asplenium viride, Botryhium boreale. Androsace septentrionalis* (leg. Malmberg).

Zwischen den Bergen und Berggruppen erstrecken sich mit Kieferwäldern, *Sphagnum*mooren oder Seen bedeckte Niederungen. Auch die Gegend westlich von Kandalax, an dem in die Spitze des Meerbusens mündenden Kandaflusse, sowie im Westen und Norden von diesem bis zur finnischen Grenze, sind bergig oder hügelig.

Von Kandalax sind es ca. 30 km. nach Sascheek am Südufer des Imandra Sees. Der Weg führt durch eine hügelige, mit Nadelwald, inspesonders Kiefer, bewachsene Gegend, mit hie und da eingestreuten Mooren.

Sphagnetum pinoso — piceosum (No. 739—28 VI. 1911).

Equisetum palustre
Eriophorum vaginatum
Betula nana
Rubus chamaemorus
Carex globularis
Oxycoccus microcarpus
Empetrum nigrum
Vaccinium uliginosum
Ledum palustre
Andromeda polifolia.

Picea excelsa und *Pinus lapponica* z. T. absterbend und mit Flechten bewachsen.

Am Graben, beim Wege, in gröserer Menge: *Rubus arcticus x saxatilis, Eriophorum Scheuchzeri.*

Bei einer Unterkunftshütte für die Reisenden, auf halbem Wege zwischen Kandalax und Sascheek, finden wir eine recht mannigfaltige Flora, deren Dasein nur dem Menschen zu verdanken ist (N. 740 — 29 VI. 1911).

Anthoxanthum odoratum	Luzula multiflora
Aira caespitosa	Rumex domesticus
Calamagrostis neglecta	Rumex acetosella
Calamagrostis lapponica	Silene inflata
Poa rpatensis	Ranunculus borealis
Poa nemoralis ad. coarctatam	Rhinanthus septentrionalis
Alopecurus nigricans	Matricaria inodora
Agrostis stolonifera	Anthriscus silvestris

In der Nähe des Sees wird die Gegend flacher. Der Weg führt durch eine sumpfige, mit Birkenwald bewachsene Gegend, wo in grösserer Menge *Sanguisorba polygama* vorkommt. *Carex inferalpina, Carex lasiocarpa, Carex Buchaumii.* An Bachrändern sind von Dr. Pohle zwischen Kandalax und Sascheek gesammelt worden.

Gehen wir jetzt zur Uebersicht der Vegetationsverhältnisse an der Küste des Weissen Meeres, östlich von Kandalax, über, wo die grösste Siedelung des Gebietes Umba ist.

Die Gegend um Kandalax ist reich an südlichen und südwestlichen Elementen. Dasselbe ist auch mit der etwas östlicher gelegenen Strecke Kandalax — Kolwitsa und des Zipfels des Kandalaxmeerbusens, um Fedosejewsk herum, der Fall. Unter anderem wurden hier von Lindberg (Herb. Hels) folgende Arten gefunden:

Carex Oederi, Carex livida, Calypso borealis, Utricularia minor, Schoenus paiustris Scirpus pauciflorus, Orchis in arnata, Pyrola chlorantha Ranunculus polyanthemos, Salix aurita, Rumex fennicus, Aster Tripolium Stellaria humifusa, Eriophorum gracile, Eriophorum latifolium, Linaria vulgaris, Juncus triglumis, Juncus stygius.

C. Umba (Karte II).

I. Uebersicht.

Das Dorf Umba liegt an der Mündung des gleichnamigen Flusses, an einer schmalen, ca. 2 km. langen Bucht des Busens von Kandalax. Die Gegend ist der bei Kandalax sehr ähnlich, nur dass die Berge bedeutend niedriger sind, da ihre abs. Höhe nicht mehr als 200 m. beträgt. Zufolge dessen fehlen hier auch die subalpinen Vereine, welche für die waldlosen Berggipfel charakteristisch sind. Die aus Gneissen bestehenden Berge sind sämtlich mit Nadelwald bewachsen, oder aber sie fallen steil zum Flusse, zum Meere oder auch zu den mit Mooren bedeckten Niederungen ab. Ein schmaler, ebener oder schwach abfallender, aus Felsbrocken, Geröll, Lehm und Sand bestehender Streifen zieht sich zu beiden Seiten des Flusses hin. Hier wächst hauptsächlich Fichtenwald, welchen, wo gerodet worden ist, Wiesen ablösen. Ca. 2 km. vom Dorfe, bei der sich zwischen der grossen und kleinen Pirju-Bucht befindlichen Sägemühle hat sich die Pflanzendecke stark durch den Einfluss des Menschen verändert.

II. Das linke Ufer des Flusses bein Dorfe.

1. Das Tal des Flusses.

Beim Dorfe haben sich, infolge der raschen Strömung und Stromschnellen des Flusses keine Alluvialterrassen ablagern können. Der Boden des Flusses ist sandig und steinig. Die Wasservegetation ist äusserst schwach ausgeprägt. Die Litorale-Zone besteht aus *Petasites laevigatus* Beständen. Am Strand zwischen Steinen, am linken Ufer wuchsen beim Dorfe *Equisetum limosum aquatilis, Caltha palustris, Carex Goodenoughii, Myosotis caespitosa, Phalaris arundinacea.* Bis hierher machen sich noch die Gezeiten bemerkbar, oberhalb des Dorfes jedoch, wo dies nicht mehr der Fall, konnte man an dem Strande noch *Sanguisorba polygama, Filipendula Ulmaria, Equisetum boreale, Rumex fennicus. Rubus idaeus, Erysimum hieracifolium* und *Salix* Arten, finden.

Weiter oben beginnt die Zone der Wiesen.

Makrorelief: sanft zum Flusse geneigt.

Mikrorelief: eben, oder von den zahlreichen, öfters auch an die Oberfläche tretenden Blöcken, höckerig.

Boden: Lehm, mit Beimischung von zahlreichen kleineren Steinen, im 18 cm. Tiefe Gestein. Humusschicht 10—14 cm. mächtig.

Der Wiesenkomplex ist aus folgenden Assoziationen zusammengesetzt. A. Graminetum herbosum (No. 741—18. VI. 1913).

Festuca rubra
Anthoxanthum odoratum sp.
Alopecurus nigricans sol.gr.
Poa pratensis sp.
Luzula multiflora cop.-gr.
Rumex acctosu sp.
Ranunculus borealis sp. gr.
Trollius europaeus sp.-cop.
Alectorolophus septentrionalis
Stellaria graminea
Cerastium triviale
Erysimum strictum
Aconitum septentrionale sp. gr.
Geranium silvaticum sp.-cop.
Viola montana cop.
Viola tricolor genuina sp.-cop.
Geum rivale sp. gr.
Alchemilla subcrenata sp. gr.
Myosolis alpestris sp. gr.
Taraxacum lapponicum sol.
Senecio campestris
Orobus vernus

B. Poetum herbosum (No. 741 — 18. VI. 1913).

Festuca rubra vulgaris
Aira flexuosa montana
Poa pratensis cop.-soc.
Daphne Mezereum sol.
Ranunculus borealis cop.
Trollius eupaeus cop.
Aconitum septentrionalies cop.-soc.
Thalictrum kemense sol.
Viola montana
Majanthemum bifolium sol.
Polygonum viviparum sp.
Geranium silvaticum cop.
Orobus vernus sp.
Vicia sepium
Filipendula Ulmaria sol.
Trifolium pratense cop.
Myosotis alpestris sp.-cop.
Galium boreale
Alectorolophus septentrionalis
Heracleum sibiricum
Saussurea alpina
Nepeta glechoma
Solidago Virgaurea lapponica sp.
Tanacetum vulgare sol.
Cirsium heterophyllum sp. gr.
Lathyrus pratensis

C. Vaccinietum Myrtilli (No. 743—18. VI. 1912.).

Trientalis europaea sp. gr.	Melampyrum silvaticum laricetorum sp.gr.
Rubus saxatilis sp. gr.	Solidago Virgaurea sp.
Vaccinium Vitis idaea sp.	Majanthemum bifolium solgr.
Vaccinium Myrtillus cop.-soc.	Pirola rotundifolia sol.
Luzula pilosa sp.	

Diese Wiesenkomplexe grenzen weiter oben an die den steilen Talhang umsäumenden Geröllhalden, auf welchen zwischen den von den Bergen abgestürzten Felstrümmern reichlich (No. 744—18. VI. 1911) *Daphne Mezereum, Actaea erythrocarpa Rubus saxatilis, Linnaea borealis, Dryopteris phegopteris, Dryopteris Linnaeana* wachsen.

Häufig zieht sich jedoch dort, wo die Schutthalde breiter ist und weniger steil zum Flusse abfällt, ein Streifen Fichtenwald hin, zuerst ist es ein Picetum myrtillosum von folgender Zusmmensetzung: (No. 745 — 18.VI.1913).

I. Etage: *Picea excelsa* soc.

II. Etage: *Betula tortuosa* sp., *Sorbus glabrata* sp.

III. Unterholz: *Juniperus commmunis* cop.

IV. Feldschicht:

Lycopodium annotinum sp.	Linnaea borealis cop.
Dryopteris Linnaeana	Ledum palustre cop.
Vaccinium Myrtillus	Cornus suecica
Majanthemum bifolium	

Das Picetum myrtillosum geht unvermittelt ins Vaccinietum Myrtilli über. Häufig treffen wir auch an Stelle des Fichtenwaldes kleinere, aus jungen *Populus tremula* bestehende, Bestände, welche angenscheinlich nach Rodung der ersteren entstanden sind.

Solch ein Populetum tremulae ist folgendermassen zusammengesetzt: (No. 746 — 18. VI. 1913).

I. Etage: *Picea excelsa* sol., ca. 10 m. Höhe.

II. Etage: *Populus tremula* soc., 5 m. Höhe, 10 cm. Durchmesser.

III. Unterholz: *Betula tortuosa* sp, *Juniperus communis, Sorbus aucuparia* sol. (1 m. Höhe).

IV. Feldschicht:

Dryopteris Linnaeana sp. gr.	Geranium silvaticum cop.
Poa pratensis cop. sp.	Orobus vernus sp.
Majanthemum bifolium sp.	Vaccinium Myrtillus soc.
Trollius europaeus sp.	Solidago Virgaurea sp.-cop
Luzula multiflora	

Boden: Dünne Humusschicht auf steinigem Untergrunde.

2. Die Berge.

a) Der Abhang.

Oberhalb dieser Assozationen beginnt der Talhang, an dessen steiten felsigen Wänden, nur vereinzelte Kiefern und Fichten auf Felsvorspringen wachsen, während die Hänge selbst mit Flechten oder Moosen bedeckt sind. Hie und da haben sich in mit Humus bedeckten Vorsprüngen und Ritzen der Felswände kleinere Flecken der Assozationen Vaccinietum Myrtilli und Empetratum nigri ausgebildet. Das Vaccinietum Myrtilli nephromiosum (No. 747—18 VI. 1913) besteht aus

Feldschicht:

Majanthemum bifolium sp.	Vaccinium Myrtillus cop.
Linnaea borealis sp.	Ledum palustre sp.-cop.
Trientalis europaea sol.-sp.	Empetrum nigrum cop.

Bodenschicht: *Nephroma arctica* cop., *Cladonia rangiferina, Cladonia silvatica, Cladonia gracilis*; vereinzelt: 23 cm. hohe Fichten.

Boden: Rohhumus, in 18 cm. Tiefe das krysiallinische Urgestein.

Empetretum nigri vaccinioso-nephromiosum (No. 648—18. VI. 1913)

Linnaea borealis sp., *Ledum palustre* sp., *Empetrum nigrum* cop., *Vaccinium Vitis idaea* cop., *Vaccinium uliginosum* sp.

Bodenschicht: *Nephroma arciticum* cop., *Cladonia rangiferina, Cladonia silvatica, Cladonia gracilis, Cladonia alpestris.* Moose von Flechten überwuchert.

Boden: Dünne Rohhumusschicht, darunter das Urgestein.

In einem tieferem Spalt der Felswand wachsen ca. 5 m. hohe und 8 cm. dicke Birken. Die Feldschicht dieses Betuletum lycopodiosum (No. 749—18. VI. 1813) bestand aus *Lycopodium annotinum* sp.— cop., *Ledum palustre* cop., *Linnaea borealis* cop. Die Bodenschicht aus *Nephroma arcticum* und trokkenen Birkenblättern.

b. Der Gipfel.

Den flachen resp. kuppelförmigen Gipfel des Berges bedecken Nadelwälder. Aufgenomen wurden folgende Assozationskomplexe und Assozationen: A. Picetum callunosum (No. 750—18. VI. 1913).

Markrorelief: Berggipfel flach, in 80 m. Höhe über dem Flusse.

Mikrorelief: eben.

Boden: felsig, 8—15 cm. dicke Humusschicht (Skelettboden).

I. Etage: *Picea excelsa*, cop.—soc. 10—15 m. hoch, 10—35 cm. dick, z. B. absterbende Bäume, stark mit Flechten bewachsen, häufig mit trockener Spitze; *Pinus lapponica*, sp., von gleicher Grösse wie die Fichte.

II. Etage: *Betula tortuosa* Ehrh, 5—6 m. hoch, 13 cm. im Durchmesser.

Probefläche von 10×10 Schritt.

Art	Höhe des Baumes Meter	Durchmesser des Stammes cm.
Picea excelsa	10	15
	15	28
	2	3
	2	3
	1.5	2.5
	15	18
Pinus lapponica	4	12
Betula tortuosa	4	8
	1.5	8.5

Analysen von Stämmen:

Pinus lapponica (Regel) 1923 (1915 No. 20).

Picea excelsa (Regel) 1923 (1915 No. 30).

IV. Feldschicht:

Aira flexuosa sp.
Calluna vulgaris sp.
Arctostaphylos alpina sp.
Arctostaphylos uva ursi sp.
Empetrum nigrum cop.
Festuca ovina supina sp.

V. Bodenschicht: z. B. auf den Felsblöcken am Boden: *Nephroma arcticum, Cladonia alpestris, Cladonia rangiferina, Rhizocarpon geographicum, Parmelia saxatilis.*

In der Feldschicht des Waldes lassen sich die Assoziationen Empetretum nigri, Vaccinietum Myrtilli, Callunetum vulgaris unterscheiden. In kleineren Bodenvertiefungen tritt Torfbildung auf, mit *Sphagnum* Flecken, wie es z. B. folgendes Verzeichnis zeigt.

B. Vaccinieto—Myrtillum empetroso — microbetulosum (No. 751 — 18. VI. 1913).

Betula nana cop., Ledum palustre sp.—cop., Calluna vulgaris cop, Vaccinium Myrtillus soc., Empetrum nigrum cop.—soc.

In der Mitte, an der tiefsten Stelle der Depression, tritt das Wasser an die Oberfläche. Hier wurden vermerkt:

C. Eriophoretum vaginatae myrtillosum No. 752 — 18. VI. 1913.)

Eriophorum vaginatum cop., Rubus chamaemorus sp., Calluna vulgaris sp., Vaccinium Myrtillus cop., Empetrum nigrum sp.

Bodenschicht: *Sphagnum* soc., *Ochrolechia tartarea var. thelephoroides, Icmadophila ericetorum. Picea exelsa*, sol. ca 70 cm. hoch.

Auf dem höchsten Gipfel des Berges, in ca. 100 m. Höhe über dem Flusse, herrscht die Kiefer vor. Der felsige Boden ist mit Flechten bedeckt. Die Humusschicht äusserst dünn oder fehlend. D. Assoziation Pinetum empetroso—lichenosum No. 753 — 18. VI. 1913.

I. Etage: *Pinus lapponica* soc. 7—8 m. hoch, 18—20 cm. dick.

II. Etage: *Picea excelsa* sp. 6 m. hoch, 15 cm. dick.

III. Unterholz: *Juniperus communis subnana.*

IV. Feldschicht:

Aira flexuosa sp.
Calluna vulgaris sp.
Arctostaphylos alpina.
Arctostaphylos uva ursi sp.
Empetrum nigrum cop.
Festuca ovina supina sp.

V. Bodenschicht: *Cladonia Arten,* cop—soc.

3. Die Niedrungen zwischen den Bergen.

In den Niederungen zwischen den Bergen sind Fichtenwälder vorherrschend, häufig kommen aber auch *Sphagnum*moore vor. Aufgezeichnet wurden folgende Asozciationskomplexe und Associationen:

A. Picetum vaccinioso — myrtillosum (No. 754 — 18.VI.1913.)

I. Etage: *Picea excelsa* soc.

II. Etage: *Betula tortuosa* sp.

III. Unterholz: *Juniperus communis.*

IV. Feldschicht: *Lycopodium annotinum sp., Trientalis europaea sp., Vacinium Vitis idaea soc., Vacinium Myrtillus cop. gr., Solidago virgaurea lapponica sp. gr..*

b. Wiesenassoziationen, an den Wald grenzend und nach Ausrodung desselben entstanden.

c. Assoziationskomplex an einem See. Der See liegt am Fusse des oben beschriebenen Berges, in ca. 20 m. Höhe über dem Flusse. Im Osten ist er von Wald umgeben, im Westen grenzt er unmittelbar an ein Torfmoor. In der litoralen Zone wachsen *Nymphaea alba, Menyanthes trifoliata.* Auf dem Torfufer wächst inmitten des *Sphagnum — Betula nana,* an der Wasser-

kante *Carex lasiocarpa. Sphagnum* polster reichen weit ins Wasser hinein. Eine Moorkiefer am Ufer, auf Torfboden wachsend, hatte ca. 5 m. Höhe und 15 cm. im Durchmesser. Auf dem Moore waren folgende Assoziationen zu bemerken: A. Sphagnetum chamaemorosum (No. 755 — 19.VI.1913).

Unmittelbar am Seeufer: Feldschicht: *Vaccinium Oxyccocus* cop., *Ledum palustre* sol., *Rubus chamaemorus* cop.

Bodenschicht: Sphagnum soc.

B. Caricetum lasiocarpae spagnoso-microbetulosum (No. 756 — 19.VI.1913).

Weiter vom Seeufer entfernt Feldschicht: *Carex lasiocarpa cop.—soc., Betula nana cop., Vaccinium Myrtillus cop., Menyanthes trifoliata* cop.

Bodenschicht: *Sphagnum* soc.; *Mnium* sp. — cop.

Vereinzelt: *Betula tartuosa* — 6 m. hoch, 10 cm. Durchmesser *Alnus borealis.*

Boden: Schwappender Torf, das Wasser an der Oberfläche. Anoziatione. Sphagnetum callunoso — ledosum weiter vom See entfernt (No. 757 — 19.VI.1913).

Makrorelief: Niederung zwischen dem See und dem Umba Flusse, sich zum See hin senkend.

Mikrorelief: grosse, breite *Sphagnum* höcker von 35 cm. Höhe.

Boden: *Sphagnumtorf*; Auf den Höckern 18 cm. unzersetztes *Sphagnum.*

Feldschicht:

Eriophorum vaginatum sp.	Andromeda polifolia sp.
Betula nana cop.	Ledum palustre cop.
Rubus chamaemorus sp.	Vaccinium uliginosum sp.
Calluna vulgaris soc.	Vaccinium Myrtillus sp.

Bodenschicht: *Sphagnum soc.*

Vereinzelte Moorkiefer wachsen näher zum See hin, wo die Mächtigkeit des Torfes geringer wird.

D. Scirpetum caespitosae — in den Vertiefungen zwischen den Höckern. E. Caricetum magellanicae in Vertiefungen zwischen Torfhöckern.

F. Microbetuletum sphagnoso—piceosum (No. 758 — 19. VI. 1913)

In niederen, feuchteren Stallen des Moorkomplexes.

Feldschicht:

Eriophorum vaginatum sp.	Ledum palustre sp.
Carex magellanica cop.	Rubus chamaemorus copgr.
Andromeda polifolia sp.	Betula nana soc.

Bodenschicht: *Sphagnum soc.*

Auf den *Sphagnum* Höckern wachsen: *Vaccinium Myrtillus, Vaccinium uliginosum Picea excelsa sol.* — sp., 6 m. hoch, 13 cm. Durchmesser; die Wipfel vertrocknen.

Stammanalyse, siehe Regel 1925 (1920) *Pinus lapponica sol*, Moorform, 3,5 m. hoch, Stammanalyse siehe Regel 1915 (1920).

Den Ausfluss des Sees zum Umba Flusse bildet ein Bächlein, welches das *Sphagnum*moor durchströmt, dabei aber dessen Vegetation wenig beeinflusst. Nur am Westrande des Moores, wo eine moorige Wiese beginnt und das Gefälle des Baches zum Umbaflusse hin stärker wird, treten am Bachufer die für die sumpfigen Wiesen charakteristichen Pflanzen auf mit reichlicher Beimischung von Moosen.

Muscetum herbosum (No 795—19. VI 1913).

Carex brunnescens	Linnaea borealis sp.
Caltha palustris	Equisetum pratensis
Filipendula Ulmaria	Equisetum silvaticum
Carex juncella	Comarum palustre

III. Das rechte Ufer des Umba Flusses.

Auf dem rechten Ufer des Umba Flusses sehen wir die gleichen Assoziationskomplexe, wie auf dem linken. Auch hier werden die Niederungen zwischen den Bergen von *Sphagnum*mooren eingenommen, teils mit *Rubus chamaemorus* und *Eriophorum vaginatum* teils mit zahlreichen Cyperaceen (Caricetum sphagnosum No. 760 — 18. VI. 1913) *Eriophorum vaginatum, Eriophorum angustifolium, Eriophorum russeolum, Carex rotundata, Carex Goodenoghii, Carex magellanica, Carex rariflora, Carex chordorhiza. Carex dioica.*

Ein felsiger Berg hinter diesem Moor ist mit einem Pinetum callunosum bedeckt (No. 761 19. VI. 1913).

Makrorelief: flacher Berggipfel, 100 m. über dem Flusse.

Boden: Skelettboden auf felsigem Untergrund.

I. Etage *Pinus lapponica*, soc., fruktificierend.

III. Unterholz: *Picea excelsa*, sol 0. 3 m. hoch Dichte des Baumbestandes — 3—4.

Probefläche von 10 × 10 Schritt: 17 Kiefern von 4 — 6 m. Höhe, 25 cm. Stammdurchmesser. Tiefer auf dem Abhang, erscheinen viele Fichten, z. T. stark fruktificierend.

IV. Feldschit *Calluna vulgaris soc.*:

In der nächsten Umgegend des, auf dem rechten Ufer des Flusses beginnenden Dorfes, ist die Pflanzendecke stark durch das weidende Vieh verändert worden.

IV. Die Pirju Bai.

1. Felsen am Meere.

Oestlich vom Dorfe erstreckt sich die lange schmale Pirju Bai, umrahmt von felsigen, zum Teil sehr steilen, oben sanft gerundeten, mit Nadelwald bewachsenen Bergen.

Das felsige Ufer der Bai fällt entweder steil, oder aber mehr oder weniger schwach geneigt zum Meer ab. Näher zum Ausgang der Bai finden wir stellenweise sandige oder mit Steine bedeckte Strandbildungen, während im Grunde derselben auch niedrige lehmige Ufer vorkommen.

Wir wollen die Pflanzendecke am westlichen Ufer der Bai am Fusse des oben beschriebenen Berges betrachten.

Niedrige sanft geneigte zum Wasser abfallende Gneisfelsen, engen hier von beiden Seiten die Bai ein, bedeckt von Assoziationen aus Krustenflechten und Moosen, und nur auf den ebenen Felspartien, wo sich in Spalten und Vertiefungen im Gestein hat Humus ansammeln könnan, treten die Assoziationen der Zwerg und Spaliersträucher auf.

A. Empetretum nigri, auf dünner Rohhumusschicht (No. 762 18.VI.1913.)

Feldschicht: *Festuca ovina vulgaris* sol. gr., *Juniperus nana* sp. *Empetrum nigrum* soc., *Vaccínium Vitis idaea* cop.

Bodenschicht: *Cladonia rangiferina, Cladonia silvatica* Moose.

B. Vereinzelte Bäume *Pinus lapponica* 3 m. Höhe, 6 cm. Durchmesser *Betula tortuosa* 1,5 m. Höhe, 6 cm. Durchmesser *Callunetumvacciniosum,* auf ebeneren Stellen, näher zum Waldrande. Mächtigkeit des Humus 10 cm. (No 763—18.VI.1913).

Feldschicht:

Vaccinium Myrtillus cop.	Empetrum nigrum cop.
Vaccinium uliginosum cop.-soc.	Luzula pilosa sol.
Calluna vulgaris cop.-soc.	Aira flexuosa montana sol.
Ledum palustre	

Bodenschicht: *Cladonia* Arten, *Nephroma arcticum,* Moose.

Vereinzelt Bäume: *Pinus lapponica,* 3—4 m. Höhe, 6—9 cm. Durchmesser. *Picea excelsa,* 8 m. Höhe, 18 cm. Durchmesser. *Sorbus aucuparia,* 0,3 Höhe.

Der von der Meeresbucht entferntere Teil des Flusses ist mit Nadelwald bewachsen.

C. Vertiefungen im Felsen, in denen sich Feuchtigkeit ansammelt sind von der Assoziation Andromedetum polifoliae ausgefüllt (No. 764 — 18. VI. 1913).

Andromeda polifolia soc., *Empetrum nigrum* cop., *Lycopodium Selago* sol. gr.

Boden: 10 m. dicker Torf. *Sphagnum* Polster auf dem Felsen sind z. T. mit. *Ochrolechia tartarea* var. *thelephoroides* überwachsen.

2. Assoziationen des Strandes.

Südlich von den beschriebenen Felsen, erweitert sich die Pirjubai nach dem Meere hin; häufig tritt hier ein Strand auf, insbesonders an der Mündung eines hier mündenden kleinen Baches, wo folgende Assoziationen aufgenommen worden. (Fig.7).

A. Caricetum subspathaceae (No. 765 19. VI. 1913).

In Pfützen mir Salzwasser, auf lehmigem Boden, von der Flut überschwemmt.

Feldschicht: *Carex subspathacea* soc. *et var. nardifolia, Triglochin maritimus.*

B. Festuceto—Elymetum arenariae herbosum (No. 766—19. VI. 1913.)

Auf einer Sandzunge aus Sand und grobem Kies.

Festuca rubra arenaria soc.	Cenolophium Fischeri sol.
Elymus arenarius sp. gr.-cop.	gr. Ligusticum scoticum sp.gr.
Rumex fennicus sol.	Viola montana
Festuca ovina vulgaris	Cerastium triviale
Plantago borealis ad maritimam sp. *	Achillea Millefolium cop.

Auf steinigem Boden.

Auf den höchsten, nicht überfluteten Stellen, *Empetrum nigrum* sp.

Folgende Assoziationen können, vom Meere angefangen, hier festgestellt worden:

A. Plantaginetum borealis (No. 767—19. VI. 1913.)

Boden: sandiger, mit kleinen Steinen, überfluteter Strand. *Plantago borealis.* cop., *Triglochin maritimum* sp.

B. Algen, vom Meere ausgeworfen (*Fucus* u. a.); darauf wachsen: *Cochlearia officinalis* sp. gr., *Sonchus maritimus* sp.

C. Festuceto—Elymetum arenariae (No. 768 19. VI. 1913.)

Sandiger Boden:

Festuca rubra cop.	Cenolophium Fischeri sol.
Elymus arenarius cop.	Matricaria ambigua sp.
Alopecurus nigricans sp. gr.-cop.gr.	Sonchus maritimus sp.
Ligusticum scoticum sp.	

D. Festucetum ovinae empetrosum (No. 769 19. VI. 1913.

Festuca ovina cop.—soc., *Elymus arenarius* sp., *Trientalis europaea* cop., *Empetrum nigrum* cop.—soc.

E: Empetretum nigri mit Flechten, ausserhalb des Meerwassers.

F. Nadelwald.

Die hier aufgezählten, zwischen dem Moore und dem Walde vorhandenen Assoziationen, sind offen, ohne geschlosssenen Rasen.

Rasenflecken treten erst im Festuceto — Elymetum arenariae auf.

An der Mündung des Baches finden wir am linken Ufer auf Lehmboden folgende Assoziationsserie.

A. Caricetum subspathaceae (No. 770—19. VI. 1913)

Lehmboden, von Salzwasser überflutet; geschlossener Rasen

Carex subspathacea soc.	Triglochin maritimum sp.-cop.
Carex glareosa cop.	Primula sibirica sp.-(v. integrifolia).
Heleocharis uniglumis	Carex juncella

B. Primuletum sibiricae salinum (No 771—19. VI.) 1913

Carex glareosa cop., *Primula sibirica integrifolia* soc., *Triglochin maritin* sp., *Pedicularis palustris* sp.

C. Festucetum rubrae salinum (No 772—19. Vi. 1913.)

Boden: Lehm, nicht vom Meerwasser überflutet.

Carex rarifolia cop.	Potentilla auserina sp.
Festuca rubra cop.-soc.	Trientalis europaea sp.-cop.
Poa pratensis cop.	Pedicularis palustris sp.
Polygonum viviparum sp. gr.	Sonchus maritimus cop.
Comarum palustre sp.	

D. Empetretum nigri.

Boden: Sand mit Steinen, auf einer Erhöhung treten die Assoziationen der Flechtenheide auf.

Auf dem rechten Ufer des Baches lässt sich eine ähnliche Assoziationsserie beobachten, nur dass sich zwischen dem Primuletum sibiricae und dem Empetretum nigri an Stelle des Festucetum rubrae salinum ein Caricetum aquatilis einschiebt, bestehend aus (No. 773 19. VI. 1913.)

Carex aquatilis soc.	Primula sibirica sp. gr.
Carex rariflora cop.	Pedicularis palustris sp. gr.
Comarum palustre sol.	Carex Goodenoughii

Boden: feuchter Lehm, jedoch oberhalb der Flutgrenze.

Auf feuchterem Sande treffen wir inmitten des Empetretum nigri kleine Flecken eines Andromedetum polifoliae (No. 774 — 19. VI. 1913), bestehend aus *Andromeda polifolia* cop., *Equisetum boreale* sp., *Vaccinium uliginosum* cop. gr. Der Humus ist hier 2,5 cm. dick.

Hinter dem Strande beginnt ein Picetum myrtillosum, bestehend aus: (No. 775 — 19. VI. 1913.)

I. Etage: *Picea excelsa*, 20 m. Höhe, 35 cm. Durchmesser. *Pinus lapponica*, 15 m. Höhe, 24 cm. Durchmesser.

II. Etage: *Betula tortuosa*, 4 — 5 m. Höhe, 5 cm. Durchmesser.

III. Unterholz: *Juniperus communis* sp., *Sorbus aucuparia* sol. (*glabrata?*).

Dichter Fichtennachwuchs. Auf 4 qu. m. wachsen 6 Fichten von 1—1,5 m. Höhe. Ein Stamm von 1,5 m. Höhe, 2—2,5 cm.

Stammanalyse (Regel 1923 pag. 26 Nr. 32) Dichte des Baumbestandes 7 — 8.

IV. Feldschicht:

Lycopodium annotinum sp.
Equisetum silvaticum sp.
Luzula pilosa sp.
Aira flexuosa sol.
Linnaea borealis sp.-cop.
Equisetum pratense
Equisetum boreale
Vaccinium Myrtillus cop.-soc.
Vaccinium uliginosum cop. gr.
Empetrum nigrum sp.-cop.
Vaccinium Vitis idaea sp.-cop.
Calluna vulgaris sol.-sp.
Ledum palustre sp. *

*) An feuchteren Stellen.

Bodenschicht: *Nephroma arcticum, Hylocomium proliferum Hypnum Schreberi.*

Am Waldrande wurden notiert:

Betula tortuosa cop.
Alnus borealis sp.-cop.
Orobus vernus sp.
Vicia silvatica
Sorbus aucuparia sp.
Prunus Padus ad var. borealem
Geum rivale sp.
Calluna vulgaris sp. **
Comarum palustre *
Salix spec. cop. **

*) Auf feuchterem Boden.
**) Auf trockenem Sande.

V. Den Umba Fluss hinauf.

Oberhalb des Dorfes ändert sich der Charakter der Gegend merklich, da die Moränendecke sichtlich mächtiger ist, sodass das krystallinische Urgestein von ihr verhüllt wird. Das Flusstal wird breiter, die Talhänge weniger steil, in der Talsohle kommen immer häufiger alluviale Ablagerungen vor. Oft bildet der Fluss seenartige Erweiterungen mit niedrigen, sumpfigen Ufern, wo die Wasserflora recht mannigfaltig wird. *Potamogeton* Arten (*P. sparganifolius*), *P. alpinus graminifolius, Nymphaea, Nuphar* u. a.).

1. Die Talsohle.

Weniger Kilometer oberhalb des Dorfes, wurde am Ufer des hier langsam fliessenden Flusses folgende Assoziationsreihe aufgezeichnet:

A. Caricetum aquatilis (No. 776 — 20. VI. 1913.)

Im Wasser auf sandigem Boden, *Carex aquatilis* soc., *Carex rostrata* cop., *Subularia aquatica*; oder aber Salicetum phylicifoliae

B. Calamagrostideto — Phalaridetum (No 777—20. VI. 1913.)

Höher oben, auf trockenem Ufer *Phalaris arundinacea* soc., *Calamagrostis pharagmitoides* soc., *Filipendula Ulmaria, Comarum palustre Equisetum boreale.*

C. Betuletum caricosum (No. 778—20. VI. 1913.)

Makrorelief: Alluvialboden am Ufer des Flusses.

Mikrorelief: grosse *Carex caespitosa* Höcker..

Boden: sumpfiger Torfboden.

I. Etage: *Betula tortuosa* soc.

II. Etage: fehlt.

III. Unterholz: *Sorbus glabrata,* sol. 2,5 m. hoch, *Alnus boreatis.*

IV. Feldschicht:

Equisetum boreale	Carex aquatilis
Dryopteris Linnaeana sp. gr.	Filipendula Ulmaria sp.
Calamagrostis phragmitoides cop.	
Carex caspitosa cop.	
Veratrum Lobelianum sol.-sp.	

D. Picetum myrtillosum (No. 779 — 20. VI. 1913.)

Makrorelief: Alluvialboden.

Mikrorelief: eben.

Boden: trocken.

I. Etage: *Picea exelsa* soc.

II. Etage: fehlt.

III. Etage: *Betula tortuosa,* Sträucher.

IV. Feldschicht:

Dryopteris Linnaeana sp.	Trientalis europaea sp.gr.
Lycopodium annotinum sp.	Linnaea borealis sp.
Calamagrostis phragmitoides sol. gr.	Pirola secunda sp.gr.
Majanthemum bifolium sp. gr.	Pirola minor
Equisetum silvaticum	Vaccinium Myrtillus soc.
Vaccinium Vitis idaea cop.	Pirola uniflora.

Am Rande des Waldes: *Hierochloa odorata, Milium effusum, Poa pratensis, Geranium silvaticum sp., Orobus vernus sol.*

Solche Fichtenwälder sind am Ufer des Flusses überaus häufig, wo sie den trockenen Boden der Talsohle bedecken. Ein Picetum myrtillosum wurde auch oberhalb der beschriebenen Assozationsserie aufgezeichnet (No. 780 — 20. VI. 1913.)

Makrorelief: Ebene.

Mikrorelief: Höcker fehlen.

Boden: Humus: 5 cm. Sand; 25 cm. Steine.

I. Etage: Picea excelsa, 20 — 25 m. hoch, 36 cm. dick.

II. Etage: fehlt.

III. Unterholz: fehlt.

Dichte des Baumbestandes — 8.

IV. Feldschicht: *Dryopteris Linnaccana cop., Trientalis europaea sp., Vaccinium Myrtillus soc., Vaccinium Vitis idaea cop.*

V. Bodenschicht: *Nephroma arctica, Hypnum Schreberi, Hylocomium proliferum.*

Am Waldrande wachsen: *Betula tortuosa sp. Geranium silvaticum cop.*

Hinter den Fichtenwäldern beginnt der Talhang.

2. Die Anhöhen.

Die Anhöhen sind mit einer aus Sand und erratischen Blöcken bestehenden Moräne bedeckt. Vorherrschend sind hier Nadelwälder bestehend aus den Assozationen A: Pinetum empetrosum (No. 781 — 20. VI. 1913.)

Makrorelief: schwach wellig.

Mikrorelief: eben, Höcker, fehlen.

Boden: Skelettboden, 13, cm. grober Sand, darunter Steine. Zahlreiche erratiche Blöcke.

I. Etage: *Pinus lapponica* 20 — 25 m. hoch, 61 cm. dick.

II. Etage: *Betula tortuosa,* 8 — 9 m. hoch, 13 cm. dick.

III. Unterholz: Nachwuchs von, *Populus tremula Pinus lapponica,* fleckenweise. Auf 3 qu. m. 5 Kiefern von 30 — 25 cm. Höhe. Dichte der Baumbestandes 4—5.

IV. Feldschicht: *Vaccinium Vitis idaea sp.-copgr., Vaccinium Myrtillus sp. gr., Calluna vulgaris sp. gr., Empetrum nigrum cop.*

Bodenschicht:

Cladonia rangiferina
Cladonia silvatica } soc.
Cladonia alpestris.

B. Pinetum callunosum.

3. Das Flusstal weiter hinauf.

Oberhalb des, ca. 4 km. vom Dorfe entfernten Wasserfalles, erheben sich die Anhöhen nur ca. 20—30 m. über dem Niveau des Flusses. Die Wälder sind stark für die Bedürfnisse der Sägerei abgeholzt worden. Im Flusse sehen wir häufig die Assoziationen: Caricetum aqatilis, Equisetetum limosi, auf den Ufern selbst das Salicetum phylicifoliae.

Den steinigen oder sandig-steinigen Strand am Flusse bedecken die Assoziationskomplexe der steinigen Wiesen, bestehend aus folgenden Arten: (No. 782 — 20. VI. 1913.)

Molinia coerulea
Carex caespitosa
Carex juncella
Carex vaginata
Festuca rubra vulgaris
Aira flexuosa montana
Poa pratensis
Allium sibiricum
Trollius europaeus
Sanguisorba polygama
Comarum palustre
Trientalis europaea
Viola montana
Pinguicula vulgaris
Pinguicula alpina
Bartschia alpina
Achillea Millefolium

Weiter vom Flusse, in der Nähe des Waldrandes wurden vermerkt: *Melica nutans, Filipendula Ulmaria, Rubus arcticus sp. soc., Ribes glabellum, Geranim silvaticum*

Feuchte sumpfige Fichtenwälder — Piceta sphagnosa — (No. 783 — 21. VI. 1913) bedecken die niedrigen Alluvialböden. Vermerkt wurdeu in der Feldschicht:

Equisetum boreale, Rubus chamaemorus cop., Vaccinium Mytrillus sp. cop., *Dryopteris Linnaeana* sp. cop., *Ranunculus lapponicus.*

Bodenschicht: *Sphagnum* soc.

Aber auch Sphagnummoore bedecken hie und da die Flussalluvionen und erstrecken sich bis an den Strand, wie z. B. das Sphagnetum caricoso-ulmariosum, welches neben dem Picetum sphagnosum aufgezeichnet wurden (No. 784 — 20. VI. 1913)

Carex dioica cop.
Equisetum limosum sp.
Betula nana cop.
Betula tortuosa sp. (4 m. hoch).
Filipendula Ulmaria cop.-soc.
Menyanthes trifoliata cop.

Bodenschicht: *Sphagnum* soc.

Das Moor geht teils in sumpfigen Fichtenwald, teils in einen sumpfigen Birkenwald über.

4. Bis zum Umba See.

Die Gegend am Umba Flusse bis zum Ausfluss aus dem Umbasee ist in botanischer Hinsicht gänzlich unerforscht, obwohl sie mehrfach von Reisenden besucht worden ist.

Zwischen diesem See und dem Meere durchfliesst der Umba Fluss eine Reihe Seen, von welchen der grösste der ca. 30—40 km. lang und 40 km von der Mündung des Flusses entfernte Kanosero ist. Unterhalb dieses Sees befinden sich noch der Pentjawr, oberhalb jenes der kleine Aijawr und der Kopustjawr, welch letztere nur 25 km. vom Umba See (Umpjawr) entfernt ist. Im Herb. Hels. finden sich folgende von Kihlman gesammelte Pflanzen aus dieser Gegend.

Kanosero: *Salix glauca x phylicifolia, Salix phylicifolia,*

An verschiedenen anderen Stellen am Umba Flusse, z. B. am Katarakte Haarakoski, am Katarakte Vihna u. s. w., wurden gefunden:

Carex sanescens x dioica, Salix glauca x myrtilloides, Salix phylicifolia, Salix Lapponum x Myrtilloides, Utricularia intermedia, U. minor, Arctostaphylos uvo ursi, Stellaria alpestris x longifolia, Moehringia lateriflora, Salix pentandra, Sanguisorba officinalis, Scutellaria galericulata.

Von Kihlman gesammelte Planktonproben sind von Levander (1905) bestimmt worden, und zwar Proben aus dem Kopustjawr (vom 15. VI. 1892), Aijawr (16. VIII. 1992), Kanosero (VI. 1892), Pontosero (19. VIII. 1892).

D. Die Meeresküste zwischen Umba und dem Turi Vorgebirge.

Elymeta arenariae, denen *Festuca rubra var. arenaria* und *Alopecurus nigricans* beigemischt ist, bedecken den untersten Teil dieses Strandes; weiter oben beginnt ein Empetretum nigri mit *Arctostaphylos uva ursi*, noch weiter bis zum Uferabsturz erstrecken sicht Fichtenwälder. (Piceta myrtillosa) wie in No. 775. Man kann häufig Fichten mit vertrockneten Wipfeln beobachten. Meist schiebt sich jedoch zwischen dem Picetum und dem Empetretum ein Juniperetum communis ein, wie sie auch an der Terschen Küste so häufig sind.

Dichter Fichtenwald bedeckt auch die Uferabstürze der Schluchten und Täler in den Bergen und nur an den exponiertesten Stellen zeigt sich das krystallinische Urgestein. Die Kiefer tritt nirgends selbständig bestandbildend auf, sondern nur als Beimischung in den Fichtenwäldern an den Bergabhängen.

Am Turi Vorgebirge ist die Steilküste fast ganz von Vegetation entblösst. In den Felsspalten wachsen nur vereinzelte Birken und Weiden, oben auf dem Plateau wächst Fichtenwald. Östlich vom Vorgebirge treten wieder Strandbildungen auf, welche immer breiter und breiter werden. Auf dem sandigen Ufer wächst hier Kiefernwald, 8 km. östlich vom Vorgebirge zieht sich ins Meer hinein eine schmale 0.75 km. lange Sandzunge (genannt Nossok), welche aus vom Meere ausgworfenen Steinen aufgebaut ist. Hier wachsen nur spärlich *Empetrum nigrum*, in Flecken, mit *Cerastium alpinum*. Hinter dieser Sandzunge beginnt schon die Provinz Lapponia Varsugae.

Das Turi (Turja) Vorgebirge ist durch das Vorkommen einer Reihe, für die Kola Lappmark seltener, Pflanzen bekannt, wie z. B. *Helianthemum vulgare* auf sandigem und lehmigem und lehmigem Boden ges. von Feilmann *Androsace septentrionalis* (Herb. Hels. — Brenner), *Hedysarum sibiricum* (Sederholm, Herb. Hels.), *Turritis glabra* (Fellman); *Astragalus arcticus* (Brenner), *Saxifraga caespitosa* (Brenner, Herb Hels.), *Moeh-*

ringia lateriflora (Brenner), *Oxytropis sordida* (Brenner), *Paeonia anomala* (Krohn) *Cerastium alpinum* (Brenner), *Cotoneaster nigra* (Brenner), *Crepis tectorum* (Brenner), *Draba hirta* (Brenner), *Poa pratensis* (Brenner), *Oxytropis sordida* (Brenner), *Poa alpina* (Brenner).

E. Der Imandra See und die angrenzenden Gebirge.

1. Allgemeine Übersicht.

Gehen wir zur Übersicht der Vegetationsverhältnisse der centralen Partien unseres Gebietes über. Hier ist es der grösste See der Kola Lappmark, der Imandra, welcher unser Interesse fesselt. Dieser, ca. 1755 qu. Werst[1]) (Kudrjawtzew pg. 106) messende, 90 km. lange und bis zu 20 km. breite, von Norden nach Süden gestreckte See, nimmt die Senkung zwischen dem Busen von Kandalax einerseits, und dem Kola Fjord anderseits ein, wobei er die Grenzscheide zwischen der eigentlichen Halbinsel Kola und dem fennoskandinavischen Rumpf bildet. Durch diese Senke, welche nach Norden hin von einer Reihe kleinerer Seen fortgesetzt wird, zieht der alte Weg vom Weissen Meere zu der fischreichen Murmanküste, hier reisten alle gröseren Kolaexpeditionen durch, hier, am Ostufer See, ist die neue Murmanbahn gebaut worden.

Der See ist seicht. Im südlichen Teile desselben, dem Ekostrowschen Imandra, (zwischen Sascheek und Ekostrow) beträgt die Tiefe nach Petrelius (1892 pg. 11) nirgends mehr als 10 m. Nördlich davon, im sogenannten grossen Imandra, ist die Tiefe grösser, aber trotzdem noch unbedeutend, wie es z. B. folgende Messungen zeigen: Südlich von Rasnjark (Ras — navolok der Russen) 10—20 m.; gegenüber der Mündung des Flusses Koimluht 23,5 m. Unkontrolierten Angaben der Lappen zufolge soll jedoch die Tiefe des Sees zwischen den Inseln Tschoksuol (Wysoki Insel der Russen) und Sjävsuol 50 Faden = 100 m. betragen. Zwischen der Insel Tschoksuol und Kaakrisnjark beträgt sie 17.6 m. nördlich von Rasnjark beträgt die Tiefe des See nur 4—6 m., selten 20 m.

Jedenfalls stellt der Imandra nur ein im Verhältniss zu seiner Grösse, sehr seichtes Becken dar, dessen Tiefe selten 20 m. zu übersteigen scheint, wenn wir obige zweifelhafte Angabe mit Vorbehalt aufnehmen.

Ueber die Höhe des Sees über dem Meresspiegel differieren die Angaben nur wenig. Kudrjawtzew (1883, pag. 31) gibt hierfür 110 m. an, was sicherlich zu wenig ist, nach Petrelius

[1]) Siehe die Karte des Imandra-Ses bei Petrelius (1892).

beträgt sie 130 m., nach Brenner (1915) — bei hohem Wasserstande 129,04 m., bei niedrigem — 127,32 m. Dies würde ungefähr mit der abs. Höhe des die Halbinsel Kola einnehmenden Plateaus übereinstimmen, welche ca. 140 m. beträgt,

Der Imandra See ist reich gegliedert. Seine grössten Buchten sind im Osten die Weisse Bucht (Enemanbucht), bei den Russen Belaja Guba, in welche der aus dem Umptek Gebirge kommende Weisse Fluss (Enemanjok, Belaja Reka) mündet. Die an der Mündung des Flusses liegende Insel befindet sich nach Petrelius Messungen auf der Breite von 67° 36'58".

Auf dem westlichen Ufer des Imandra sind folgende Buchten zu erwähnen:

Die Montsche Bucht (Montsche vum) am Nordende, 15 km. südlich von Rasnjark (67° 59¹ 3" nördl. Breite und 50° 58¹ 20" östlich vom Meridian von Ferro). Hier mündet der kurze (0,25 km. lange) Ausfluss des grossen, am Fusse der Montsche Tundra liegenden, Montsche See (Montsche jawr) südlich davon die grossen Busen Jetvum und Soptvum, grössere Buchten finden wir ebenfalls im südlichen Teil des sogenannten Ekostrowo Imandra.

Infolge dieser starken Gliederung hat der See eine äusserst gelappte Form, stellenweise, wie bei Ekostrow, verschmälert er sich stark; ein noch sehr wenig bekannter Teil des Sees erstreckt sich zipfelförmig weit nach Westen hin und bildet hier den nach dem Lappendorf Babinsk benannten Babinschen Imandra.

Der Imandra See bildet das Sammelbecken für zahlreiche in den angrenzenden Gebirgen und benachbarten Seen entspringende Flüsse und Bäche. So mündet z. B. in den nördlichen Teil des Sees der Ausfluss des im Norden liegenden grossen Pelesmo Osero, die Kurenga. In die Belaja Guba (Weisse Bucht) mündet bei der Station Imandra ausser der Belaja Reka noch der Lutnjämajok. Andere Flüsse sind am Westufer der Juonnijok und der Njammeljok. Als Ausfluss dient der Niwa Fluss (Nivjok), welcher auf seinem ca. 36 km. langen Laufe den Pinosero durchfliesst, um dann ins Weisse Meer beim Dorfe Kandalax zu münden.

Was jedoch jedem auffallen muss, der den Imandra See besucht, das sind die hohen, mit ewigem Schnee bedeckten Berge, welche ihn umgeben und ihn fast zu einem Gebirgssee machen. 1. 5—3 km. vom See entfernt erhebt sich am östlichen Ufer das Umptek Gebirge (Chibiny Tundra bei den Russen), welches hier den See auf einer Strecke von ca. 30 km. umrahmt. Auf dem westlichen Ufer erheben sich die Namdes und Montsche Tundra und südlich von ihnen die Tschyn Tundra. Es sind nach Saar (1923) die Reste einer Einebnungsfläche, welche einst das ganze Land im Niveau der Gebirge umfasste. Von den zahlreichen kleineren, nicht in die Schneeregion hineinragenden Bergen, wollen wir nur die Ssyraja Tundra (Ser — oaiw)

erwähnen, welche 5 km. westlich von Sascheek am Südende des Sees gelegen ist.

Die Ufer des Imandra sind ebenso wie die vielen Inseln aus Moränenablagerungen, stellenweise auch aus, von den Gebirgen stammenden, Gesteinsbrocken aufgebaut. Sie sind niedrig[1]), steigen jedoch weiter vom See bis zum Fusse der steilen Gebirge an. Ein schmaler Streifen von Nadelwäldern zieht sich hier zwischen dem schillernden Spiegel des Sees und den grauen Felsen der Gebirge hin. Nadelwälder mit Birken beigemicht bedecken auch die Inseln und Vorgebirge des Sees. Im Imandra See sind gesammelt *Utricularis vulgaris* (Malmberg, Herb. Hels.) An den Ufern des Sees wuden gefunden *Carex Buxbaumii* (Nylander), *Agrostis stoloni fera* (Fellman), *Aster Tripolium*.

Die Zusammensetzung dieser Wälder ändert sich an den verschiedenen Stellen des Sees, reine Kiefernwälder finden wir auf trockenen erhöhten Stellen, z. B. an der Belaja Guba, wo, bei der Station Imandra das Pinetum lichenosum dominiert. Am Nordende des Sees ist die Kiefer ebenfalls häufiger als die Fichte. [2]). Kiefernwälder sind nach Kihlmann (1890 pag. 166) auch weiter östlich zwischen dem Imandra und dem Umpjarw, insbesonders am Pietsjok und dem Pietsjawr vorherrschend. Bei Babinsk, am südwestlichen Ende des Sees sind ebenfalls Kiefernwälder häufiger, während bei Sascheek vorwiegend Fichtenwälder wachsen. Wo die Ufer niedriger sind und feuchter, da treffen wir hauptsächlich Fichtenwälder, wo es hingegen höher und trockener wird, wie z. B. am Fusse der Gebirge, da geben die Kiefernwälder den Ton an. Torfige oder mit Mooren bedeckte Ufer sind mir am Imandra nicht bekannt, jedenfalls nehmen sie keine grösseren Strecken ein und sind also für seinen Gesamtcharakter ohne Bedeutung.

Stellenweise hat sich, wie es an solch einem grossen Wasserbasin, wie es der Imandra See ist, nicht verwunderlich ist, ein mehr oder weniger breiter sandiger Strand ausbilden können.

Wir wollen die Uebersicht der Vegetationsverhältnisse bei Sascheek, am Südufer des Sees beginnen, welcher Ort nur ca. 30 km. von Kandalax entfernt ist, und wo sich der Ausfluss der Niwa aus dem Imandra befindet.

II. Sascheek und die Ssyraja Tundra.

In der nächsten Umgegend von Sascheek bedeckt Fichtenwald die Ufer des Imandra. Der Ort selbst liegt auf dem niedrigen Ufer des Sees, in seiner Nähe erhebt sich jedoch die schon

[1]) Die Insel Wysoki erhebt sich jedoch 91 m über dem Spiegel des Sees.

[2]) Die hier befindliche frühere Poststation Jagelni Bor = Kiefernwald mit Renntiermoos.

erwähnte Ssyraja Tundra, deren Höhe nach Kudrjawtzew 381 m. beträgt. Nach den Beobachtungen von Dr. R. Pohle (1912 pag. 93) reicht der Wald auf dem Südabhange des Berges fast bis zum Gipfel, während die Waldgrenze auf dem Nordhange unter dem Einfluss der von Norden wehenden Winde in bedeutend grösserer Höhe verläuft.

Pohle (Herb. Hels.) hat auf der Ssyraja Tundra folgende Pflanzen gesammelt:

Lycopodium pungens (subalp.), Lycopodium alpinum, Lycopodium Selago, Equisetum pratense, Selaginella spinulosa, Anthoxanthum odoratum, Aira flexuosa montana, Festuca ovina vulgaris, Carex rupestris, Carex capillaris, Carex sparsiflora, Carex pedata, Carex juncella caespitosa, Juncus trifidus vulgaris, Carex frigida, Oxytropis sordida, Rubus saxatilis, Phyllodoce taxifolia, Loiseleuria procumbens (zwischen *Cetraria islandica*), *Crepis paludosa, Pirola minor, Moneses grandiflora, Vaccinum Vitis idaea, Vaccinum uliginosum, Diapensia lapponica, Pedicularis lapponica, Saussurea alpina.*

Eine Reihe anderer Pflanzen sind von Pohle (Herb. Petrop) in der Umgegend von Sascheek gefunden worden, darunter auch einige Seltenheiten für die Kola Lappmark. Wir wollen nur folgende erwähnen: *Selaginella spinulosa, Carex alpina, Carex caespitosa x Goodenoughii, Carex toliacea, Carex paralleloides, Carex flava, Listera cordata, Orchis maculata, Goodyera repens, Primula stricta, Tormentilla erecta, Lathyrus paluster, Rubus arcticus x saxatilis, Pirola minor, Moneses grandiflora, Ranunculus lapponicus* (Brotherus, Herb. Hels). Am Ufer des Niwa — Flusses: *Pedicularis Sceptrum, Veronica longiflora, Aster sibiricus, Petasites frigidus, Lonicera coerulea* (auf den linken Ufer). Im sumpfigen Walde an der Niwa *Ranunculus lopponicus.*

III. Belaja Guba.

(Siehe Karte III.)

Unweit der Mündung des Lutnjärmajok in die Belaja Guba liegt am Ufer des See die Station Imandra[1]). Unweit steigt das Umptek Gebirge auf.

1. Der Strand.

Gut ausgeprägt ist hier am Ufer des Sees der Strand, bestehend aus folgenden zwei Zonen:

α. Zone des unbefestigten, losen Sandes; Pflanzen einzeln oder in Flecken; vermerkt wurden: Litoridesertum (No. 785 — 30. VI. 1911).

[1]) Seit den 90 Jahren, nach Bau der Telegraphenlinie Kandalax — Kola bestand hier eine Telegraphenstation; nach dem Bau der Murmanbahn befindet sich hier die Eisenbahnstation „Chibiny".

Juncus trifidus
Luzula spicata
Luzula multiflora
Poa alpina
Juncus biglumis
Silene acaulis
Carex rigida
Oxria rheniformis
Oxytropis sordida
Barbarea stricta
Papaver nudicaule
Festuca ovina supina
Carex juncella
Cerastium alpinum
Cerastium vulgare alpestre
Cardamine pratensis
Arctostaphylos uva ursi
Astragalus arcticus
Arabis alpina
Viscaria alpina
Empetrum nigrum
Solidago Virgaurea lapponica
Saxifraga aizoides
Saxifraga oppositifolia

β. Zone des befestigten Sandes und Kieses; Vegetation einen geschlossenen Teppich bildend; Assoziation: Empetretum nigri. (No. 786 — 30. VI. 1911.)

Calamagrostis neglecta
Carex juncella
Calluna vulgaris
Arctastaphylos uva ursi
Vaccinium vitis idaea
Ledum palustre
Linnaca borealis
Vaccinium uliginosum
Empetrum nigrum cop.-soc.

Vereinzelt bis zerstreut wachsen hier: *Alnus borealis* — niedere Sträucher, *Salix lapponica x phylicifolia.*

Das arktisch alpine Florenelement ist, wie man sieht, nur in der Zone α vertreten und häufig am Strande und an den Mündungen der Bäche verbreitet. Ausser den hier genannten Arten sind von anderen Reisenden (w. z. B. Pohle) folgende gefunden worden: *Juncus triglumis, Luzula Wahlenbergii, Luzula parviflora, Andromeda hypnoides.*

2. Die Sümpfe.

Das Empetretum nigri des Strandes geht unvermerkt in einen, die Strandebene bedeckenden, Kiefernwald über. (Siehe weiter unten). Häufig kommen jedoch hier, auf dem niedrigen Gelände, kleine Sümpfe vor, welche vom See nur durch niedrige schmale, aus Sand, Kies oder Steinen bestehende Landzungen getrennt sind. Vermerkt wurden folgende Associationen:

A. Cariceto—Eriophoretum lasiocarpae, antiefen Stellen im Wasser. (No. 787 — 30. VI. 1911)

Carex lasiocarpa, Eriophorum angustifolium, Menyanthes trifoliata, Comarum palustre.

B. Salicetum phylicifoliae (No. 788 — 30. VI. 1911) Am Rande des Sumpfes; *Salix Lpponum, Salix phylicifolia; Galium uliginosum.*

Bei der Mündung des Lutnjärmajok wurde ein Sphagnetum callunosum, bestehend aus folgenden Arten, aufgenommen: (No. 789 — 30. VI. 1911).

Feldschicht:

Andromeda polifolia	Calluna vulgaris
Ledum palustre	Empetrum nigrum
Vaccinium uliginosum	Trientalis europaea sol.
Vaccinium Vitis idaea	Pinguicula vulgaris sol.

Bodenschicht: *Sphagnum* soc.

Jedoch auch auf den Mooren ist das aktisch-alpine Florenelement verbreitet. So kommen z. B. nach Pohle 1912 pag. 93) auch den am Imandra See gelegenen Sümpfen *Salixr eticulata* und dichte Bestände der *Salixmyrsinites* vor.

Ausser der hier genannten Pflanzen sind in der nächsten Umgegend der Station Imandra von anderen Reisenden folgende Pflanzen gesammelt worden: von R. Niemann (Herb. Petrop.) *Sorbus glabrata,* niedrige Bäume, *Aspidium filix femina, Agrostis stolonifera, Dianthus superbus;* von Dr. Pohle (Herb. Petrop.) *Carex caespitosa x Goodenoughii* — am Ostufer des Imandra, *Festuca arenaria, Molinia coerulea, Aster sibiricus* (am Ufer des Sees). Enander (Herb. Petrop.) sammelte *Vicia hirsuta,* bei einer Holzfällerhütte.

3. Die Wälder.

In der nächsten Umgegend der Station, sowie auch des Sees überhaupt sind Kiefernwälder vorherrschend. Das Terrain steigt hier allmählich zu dem 2—3 km. entfernten Umptek Gebirge an. Ausser der Kiefer kommt auch zerstreut die Fichte vor, häufig sind auch Fichten und Kiefern mit zahlreichen vertrockneten Zweigen. Der Durchmesser der Kiefer beträgt bis zu 40 cm., die Fichte ist bedeutend kleiner, die Dichte der Bestände gering.

Die vorherrschende Association ist hier das Pinetum empetroso — cladoniosum, bestehend aus: (No. 790. 30. VI. 1911)

Feldschicht:

Vaccinium Vitis idaea	Empetrum nigrum cop.-soc.
Vaccinium Myrtillus	Melampyrum pratense
Arctostaphylos uva ursi	Solidago Virgaurea lapponica
Calluna vulgaris	Trientalis europaea

Bodenschicht:

Cladonia alpestris
Cladonia rangiferina
Cladonia silvatica soc. — cop.
Cladonia crispata
Cladonia coccifera

Auf feuchtere Boden erscheinen: *Sphagnum* flecken, *Ledum palustre, Betula nana.*

Das Pinetum-cladoniosum scheint hier zu fehlen. Oberhalb der Zone der Kiefernwälder, also näher zum Fusse des Gebirges, beginnen die Fichtenwälder, welche auch die

Abhänge des Gebirges bis zur Waldgrenze emporsteigen. Es sind vorwiegend Piceta myrtillosa, welche wir jedoch gleichzeitig mit der Pflanzendecke des Gebirges betrachten wollen, da der Uebergang vom Walde zur waldlosen alpinen Region ein ganz allmählicher ist. Zudem kommen in den Fichtenwäldern zahlreiche Vertreter der arktisch-alpinen Flora vor.

Einige interessante Pflanzen sind auf den Inseln des Imandra gefunden worden, wie z. B. auf der Wysoki Insel, nördlich von Belaja Guba, so von Pohle (Herb. Petrop.) *Gypsophila fastigiata, Primula stricta, Epilobium angustifolium.* Von demselben Reisenden sind in der Umgegend von Belaja Guba noch folgende Arten gefunden worden:

Equisetum pratense, Equisetum scirpoides, Selaginella spinulosa, Ranunculus hyreboreus, Melica nutans, Polygonum viviparum, Phleum alpinum, Agrostis canina, Carex Buxbaumii, Carex dioica, Carex flava, tellaria alpestris, Listera cordata Carex loliacea, Utricularia intermedia, Brunella vulgaris, Thalictrum alpinum (an der Belaja Reka).

IV. Das Gebirge Umptek.

(Siehe Karte IV)

1. Allgemeiner Ueberblick.

Gehen wir über zur Uebersicht der Vegetationsverhältnisse des Umptek Gebirges, oder, wie es von den Russen genannt wird, die Chibiny Berge, welches unwillkürlich die Aufmerksamkeit sämtlicher Reisenden auf sich richten lässt (z. B. Middendorff, Rabot, Kudrjawtzew, Brotherus), da seine Gipfel in die Region des ewigen Schnees hineinragen. Aber fast alle Reisenden beschränkten sich mit einer Besichtigung der zum Imandra See gewandten West-Abhänge des Gebirges, erst die Mitglieder der finnischen Expedition von 1887 drangen tiefer hinein und untersuchten den ganzen Gebirgstock bis zum Umpjawr im Osten[1]). Zuletzt wurde das Gebirge eingehend in mineralogisscher Hinsicht in den Jahren 1920—22 von A. Fersman untersucht[1]). In botanischer Hinsicht ist das Umptek Gebirge von Brotherus, (1886) Kihlman (1890,1903), Pohle (1921) sowie von den älteren (Fellman, Nylander) Botanikern untersucht worden[2]).

---

[1]) Siehe Ramsay (1892), Ramsay und Hackmann (1894). Mit einer Karte des Gebirges Umptek im Masstabe 1:200000. do. II Teil, enthält nur die minererlogiscsen Beobachtungen. Grundlegendes Werk über die geographischen und geologischen Verhältnisse. Eine Karte des Gebirges (Masstab 1:300000) findet man auch auf der Petreliuschen Karte des Imandra Sees. Ферсман (1923). Mit einer Karte des Gebirges auf Grund eigener Forschungen und der Petreliuschen Karte. Kihlman, der das Gebirge 1892 genau untersuchte, hat leider ausser einer kleinen Mitteilung (1903) nichts über seine Forschungen veröffentlicht.

[2]) Siehe die entsprechenden Namen im Literaturverzeichnis.

Nach Ramsay nimmt das Gebirge eine Fläche von 1115 qu. km. ein. Es erhebt sich isoliert über der angrenzenden Ebene und steht mit keinem anderen Gebirge in Verbindung; durch die tiefe Niederung des Umpjawr ist es von dem ähnlich gebauten im Osten liegenden Lujawr-Urt geschieden, im Westen trennt es der breite Imandra See von den, zu den skandinavischen Gebirgen hinführenden, Gebirgsstöcken. Der höchste Punkt, der Ljawo Tschorr, erreicht nach Fersmann 1120 m. abs. Höhe.

Ueberaus scharf ist der Kontrast zwischen dem Umptek und den westlich vom Imandra liegenden Bergen, der Montsche und der Tschyn — Tundra. Diese bestehen nämlich aus archäischem Gestein, haben abgerundete, oder kuppelförmige Gipfel und Rücken, und mehr oder weniger sanft abfallende Hänge, während das Umptek Gebirge und der Lujawr — Urt aus mehreren Hochplateaus mit fast horizontaler Oberfläche besteht, welche durch tiefe Täler mit steilen Hängen getrennt sind. Unvermittelt geht der steile Hang in das horizontale Plateau über, welch Uebergang durch eine scharfe Kante bezeichnet wird. Aber auch die recht seltenen weniger steilen Hänge schliessen oben mit einer scharfen Kante ab, so dass von weitem das Gebirge wie ein einziges Hochplateau aussieht.

Diese eigentümliche Gestaltung des Gebirges lässt sich nur durch seinen Aufbau erklären, denn es besteht ebenso wie der benachbarte Lujawr-Urt aus jungeruptiven Gesteinen — dem Nephelinsyenit, welcher hier auf den älteren, die Halbinsel Kola zusammensetzenden archäischen Gesteinen — Granit, Gneiss, Diabas, gelagert ist. (Ramsay 1894 pag. 99). Der Nephelinsyenit hat nämlich die Eigenschaft der horizontalen platten- und bandförmigen Absonderung, aber auch vertikale Spaltungen kommen vor, welche die Bildung von Schluchten und die Umwandlung mancher Täler in begünstigt Ramsay (1894 pag. 26).

Eine andere Eigentümlichkeit des Nephelinsyenit, nämlich seine leichte Verwitterung durch den Frost, hat ebenfalls auf den Charakter des Gebirges eingewirkt, denn alle seine Hänge sind mit Gesteinstrümmern bedeckt, ja sogar auf den Plateaus, wo diese Verwitterung nach Ramsay ganz besonders stark ist, liegen Felsstücke und Schutt in solcher Menge herum, dass nirgends das unberührte, nicht zerstörte Gestein, zum Vorschein kommt. Infolge dessen sickert das Wasser schnell hinunter und wird der Boden ungenügend entwässert.

Die chemische Verwitterung scheint wenig verbreitet zu sein, so dass Lehmböden selten sind.

Strahlenförmig, vom Centrum ausgehend, durchschneiden das Plateau tiefe grosse U-förmige Täler, während kleinere von Wildbächen durschtrömte Täler die V-Form aufweisen. Ihre breite Sohle senkt sich allmählich von 530 — 630 m. Höhe bis unterhalb der Waldgrenze oder nicht selten auch bis zu den grossen Seen hinab. Sie sind mit Gesteinstrümmern und Moränenabla-

gerungen bedeckt, welche von den Bergflüssen ausgewaschen und in Mündungsdeltas abgelagert werden. Nach Ramsay besteht das Delta der auf der Westseite des Gebirges in den Imandra mündenden Flüsse ausschliesslich aus Nephelinsyenit, welches auf der Moräne abgelagert ist. Häufig finden wir in den Tälern Querwälle, welche nach Ramsay Endmoränen der das Gebirge einst bedeckenden Gletscher sind, und durch welche nicht selten Seen abgedämmt wurden.

Die in nordsüdlicher Richtung verlaufenden Talsysteme des Kunjok und des Wudjawr teilen das Gebirge in zwei Hälften: eine östliche — den grossen Umptek (Schur Umptek) und eine westliche — den kleinen Umptek (Uts Umptek). (Ramsay 1894 pag. 13).

2. Das Tal des Kunjok.

Der Mittel- und Unterlauf des Kunjok befindet sich innerhalb der Waldregion.

Bei seinem Austritt aus dem See Paije Kunjawr (1191 m. abs. Höhe) verlässt er das Gebirge und durchströmt, zun Mündung in den Imandra, mehrere Seen von denen par Wuolle Kunawr der grösste ist. Die Gegend ist stark bewaldet, es herrschen das Picetum myrtillosum und das Pinetum cladoniosum vor. Häufig sind auch mit Zwerg- und Spalierstäuchern bewachsene Torfmoore, in denen nicht selten zahlreiche erratische Blöcke an die Oberfläche treten. Auf einem von ihnen, am Nordhang des Umptek gelegen, werden folgende Pflanzen verzeichnet. Sphagnetum caricoso — herbosum (No. 791 — 4. VII. 1911.).

Mikrorelief: stark höckerig.

Zwischen den Höckern, z. T. im Wasser, wachsen:

Carex Buxbaumii
Eriophorum angustifolium
Scirpus caespitosus
Juncus triglumis
Salix glauca x phylicifolia x nigricans
Salix depressa var. cinerascens
Tofieldia borealis
Pinguicula vulgaris
Comarum palustre
Saussurea alpina

Auf den zahlreichen Torfhöckern wachsen Zwerg- und Spaliersträucher — *Calluna vulgeris, Andromeda polifolia,* Seggen wie *Carex rigida, Carex alpina inferalpina.* Zahlreiche erratische Blöcke.

Das 1,5 — 2 km. breite Tal des Kunvum verzweigt sich in mehrere kleinere Seitentäler. Die die Talsohle bedeckenden Moränenablagerungen bilden stellenweise 10 — 20 m. Querwälle, welche auch den am Ausgang des Tales liegenden Paij Kunjawr umgeben. (Ramsay 1894 pag. 19).

Ueberall liegen, hohe den hohen Talhängen abgestürzte, Felsblöcke und Gesteintrümmer umher.

Der untere Teil des Tales ist vorwiegend mit Fichtenwäldern (Picetum myrtillosum) bedeckt, sodann auch mit Kie-

fernwäldern mit dichten Teppich aus Renntiermoos. Zum oberen Ende hin werden die Wälder lichter, die Flechten nehmen überhand, schliesslich treten Zwergstrauch- und Flechtenheiden mit vereinzelten verkrüppelten Birken und Fichten an ihre Stelle, und oberhalb des Waldgrenze, welche nur bis zur südlichen Abzweigung des Tales reicht, wird das Tal von Kältewüsten eingenommen, wie wir sie noch im Tale Tachtarwum besprechen werden.

Zwischen dem Kunjawr und den Ljawo-Tschorr sammelte Kihlmann (Herb Hels.) *Salix arbuscula* auf Steingerölle beim Ljawo-Tschorr; *Ranunculus glacialis, Salix glauca x phylicifolia.*

Die zahlreichen, in den Kunjok mündenden, Bergbäche sind von Schotterablagerungen umrahmt, welche weit in die Waldregion hinunter reichen und mit arktisch salpinen Pflanzen bewachsen sind:

Oxyria rheniformis	Dryas octopetala
Saxifraga aizoides	Oxytropis sordida
Silene acaulis	Diapensia lapponica
Luzula spicata	

An den Abhängen des Kietsch-Pachk sind von Kihlman gesammelt (Herb. Hels.): *Salix arbusculux polaris* (Bächlein, alpine Region).

Am oberen Ende der östlichen Abzweigung des Tales befindet sich der Quellsee einer der Quellflüsse des Kunjok. Er ist von hohen steilen Felswänden mit Schneeflecken umgeben, ein Pass von ca. 850 m. abs. Höhe verbindet hier das Kunvum mit dem noch zu besprechenden Tale Tachtarvum; überall liegen Nephelinsyenitblöcke und Felstrümmer umher, welche zu beiden Seiten des Passes und auf den Berghängen ausgedehnte Geröll und Schutthalden bilben. Die spärliche Vegetation auf dem Fusse besteht aus folgenden Pflanzen:

Frigoridesertum (No. 793 — 3. VII. 1911.)

Salix reticulata	Dryas octopetala
Salix herbacea	Papaver nudicaule
Cassiope hypnoides	Empetrum nigrum
Cassiope tetragona.	

Eine östliche Abzweigung des Kunvum Tales verbindet, vermittels eines Passes, dieses Tal mit dem Talsystem des Wudjawr. Am Kukiswum (siehe Karte) sammelte Kihlman (Herb. Hels) auf Steingeröll, von Schneewasser überrieselt *Ranunculus glacialis, Salix polaris.*

3. Das Talsystem des Wudjawr.

Das Talsystem des Wudjawr ist dem Kunwum nicht unähnlich. Im unteren Tale liegt in ca. 300 m. Höhe der flache Jun Wudjawr See, welchem der Belaja Flus (Enemanjok) entspringt, der durch die Waldregion seinen Weg zum Imandra sucht. Nach Ramsay (1894) ist sein stark gewundener unterer Lauf mit dichtem Weidengebüsch bewachsen, und mit Birkenwald bedeckte Uferwälle trennen ihn von den dahinter liegenden Weihern und Tümpeln.

Nördlich vom Jun Wudjawr teilt sich das Tal in mehrere Täler, von welchen eins zum erwähnten Passe des Kunwum hinführt. Es ist nach Ramsay mit Moränenablagerungen bedeckt, welche hier bis zu 40 m. hohe Querwälle bilden.

In den noch im Waldgebiete liegenden Jun-Wudjawr sammeln sich sämtliche Gebirgswasser der Umgegend: am Wudjawr in der Waldregion sammelte Kihlman (Herb. Hels.) *Salix arbusculax glauca*. Die Waldgrenze verläuft weiter oben. Nach Ramsay wächst Birkenwald noch in 220 m. Höhe über dem Spiegel des Imandra, in der Umgegend des Uts Wudjawr (ca. 350 m. als Höhe). In botanischer Hinsicht ist das Tal gänzlich unerforscht, wenn wir von den nicht publizierten Untersuchungen absehen wollen. Am Passübergang zum Kunwum sammelte Kihlman (Herb Hels.) *Arenaria ciliata, Taraxacum glabrum*. Am lehmigen Flussufer beim Wudjawr innerhalb der Waldzone — *Viscaria alpina*. Auf Steingeröll *Ranunculus glacialis*.

4. Der Lutnjärmajok und das Tachtarvum

In west-östlicher Richtung wird der kleine Umptek vom Tale des Lutnjärmajok, welcher in den Imandra bei der Station Imandra mündet, durchkreuzt. Der obere Teil dieses Tales, der den Namen Tachtarwum trägt, ist durch Pässe mit den Tälern des Kunjok und des Wudjawr verbunden. Der Fluss entspringt hier in einem in ca. 530 m. abs. Höhe gelegenen kleinen See, in welchem im Juli noch Eisstücke herum schwammen, fliesst sodann auf der mit Moränenabhängungen bedeckten Talsohle zum Imandra hinunter, wo er ein umfangreiches Delta ablagert. Es ist ein typischer reissender Gebirgsbach, wasserreich im Frühling, wenn der Schnee schmilzt, sehr wasserarm im Hochsommer.

Am unteren Lauf des Lutnjärmajok sind Fichtenwälder vorherrschend, mit der Assoziation Picetum myrtillosum Nr. 800). Nach oben hin wird der Wald allmählich lichter, die Bäume niedriger. Unweit der Waldgrenze ist das Verhältnis zwischen Fichte und Birke gleich. Obstbaumförmige krüppelige Birken, und halbabgestorbene niedrige Fichten sind hier nur zerstreut. Die Feldschicht dieses heideartigen Komplexes ist folgendermassen zusammengesetzt. Empetretum betuloso — piceosum (Nr. 794 — 2. VII. 1911.)

Empetrum nigrum soc.	Calluna vulgaris
Vaccinium uliginosum	Loiseuleuria procumbens
Vaccinium Myrtillus	Betula nana
Vaccinium Vitis idaea	Juniperus nana.

Am Rande eines Tümpels wurden vermerkt: *Eriophorum vaginatum, Geranium silvaticum, Tormentilla erecta, Bartschia alpina, Cirsium heterophyllum*.

Oberhalb der Waldgrenze trägt das Tal des Lutnjämajok den Namen Tachtarwum. Die Baumgrenze geht noch weiter hin-

auf, denn vereinzelte Birken treffen wir noch im unteren Teile des Tales.

Der spärliche, nicht ganz geschlossene Rasen besteht aus Zwergsträuchern mit zahlreichen arktoalpinen Elementen. Ueberall treten die Moränenblöcke sowie Felstrümmer an die Oberfläche. Verzeichnet wurden folgende Arten. Frigoridesertum (No. 795 — 2. VII. 1911.)

Lycopodium Selago
Carex rigida
Lycopodium clavatum
Silene acaulis
Tofieldia borealis
Trollius europaeus
Dryas octopetala
Pinguicula alpina
Betula nana
Pinguicula vulgaris
Astragalus arcticus
Vaccinium Vitis idaea
Vaccinium uliginosum
Loiseleuria procumbens
Empetrum nigrum
Phyllodoce taxifolia
Bartschia alpina

Betula nana, Pinguicula vulgaris.

Häufig kommen kleinere Sümpfe vor, bestehend aus einem Salicetum Myrsinitis (No. 796 — 2. VII. 1911) mi *Pinguicula vulgaris, Ledum palustre, Pedicularis lapponica.*

Das arkto-alpine Element ist auf den steiningen Stellen, wo der Rasen vollständig fehlt, wie z. B. auf den ausgedehnten Geschiebeansammlungen am Flusse besonders reichlich vertreten. Besonders im oberen Teil des Tales, ist die Talsohle ausschliesslich mit Geröll, Moränenablagerungen und Felstrümmern bedeckt, wo sich kein Humus oder Torf hat ansammeln können.

Vermerkt wurden hier folgende Pflanzen: Geröll (No. 797 — 2. VII. 1911).

Juniperus nana, Betula nana, Silene acaulis, Dryas octopetala, Saxifraga aizoides, Carex rigida, Juncus trifidus, Lycopodium Selago, Tofieldia borealis, Vaccinium uliginosum, Diapensia lapponica, Loiseleuria procumbens, Phyllodoce taxifolia,

An feuchteren Stellen sind vermerkt worden: (No. 799 — 2. VII. 1911).

Alopecurus ventricosus
Carex Buxbaumii
Tofieldia borealis
Salix lanata
Salix Myrsinitis
Silene acaulis
Dryas octopetala
Loiseleuria procumbens
Sphagnum

Das arkto-alpine Element ist auch auf den Geröll- und Schutthalden am Rande der vom Plateau kommenden Wildbäche verbreitet, sowohl in der Waldregion, als auch oberhalb von ihr Vermerkt wurden: Schutthalden (Nr. 799—2. VII. 1911).

Papaver nudicaule
Silene acaulis
Tofieldia borealis
Saxifraga aizoides
Pinguicula vulgaris
Dryas octopetala
Oxyria rheniformis

5. Der Westabhang des Umptek.

Nördlich vom Lutnjärmajok mündet in den Imandra der Jiditschjok (Golzewaja Reka), dessen Tal, Jiditschwum, mit seinen oberen Verzweigungen bis zu ca. 530 m. abs Höhe hinaufsteigt, 380 m. hoch steigt auf der mit Moränen-Ablagerungen bedeckten Talsohle der aus spärlichen Birken und Fichten bestehende Wald hinauf. *Pinguicula alpina, Equisetum hiemale, Pedicularis lapponica, Gypsophilia fastigiata* sind von Niemann nud Dr. Pohle an der Mündung des Jiditschjok gesammelt worden.

Zwischen allen genannten Tälern erheben sich die Hochplateaus des Umptek bis ca. 1200 m. abs Höhe, wie z. B. der Tachtarwumtschorr (1200 m. abs Höhe) zwischen den Tälern des Wudjawr und Lutnjärmajok und an dessen Fusse, in 3—3 km. Entfernung sich die Belaja Guba ausbreitet.

Oberhalb der in No. 790 beschriebenen Kiefernwälder, welche, wie wir sahen, in nächster Nähe des Imandra vorherrschend sind, treten, wie erwähnt, die Fichtenwälder auf, welche die Westabhänge des Gebietes hinaufsteigen. Unten, am Fusse des Gebirges war die Assoziation Picetum myrtillosum folgendermassen zusammengesetzt: No. 800—2. VII. 1911.

Feldschicht:

Phegopteris polypodioides
Vaccinium Myrtillus soc.
Vaccinium Vitis idaea
Dryopteris Linnaeana
Lycopodium clavatum
Lycopodium annotinum
Aira flexuosa montana
Majanthemum bifolium
Polygonum viviparum
Geum rivale
Rubus saxatilis.
Trientalis europaea
Melampyrum silvaticum laricetorum
Vaccinium uliginosum
Cornus suecica
Melampyrum pratense typicum
Solidago Virgaurea lapponica
Linnaea borealis
Pirola minor
Pirola secunda
Pedicularis lapponica sol.

Bodenschicht: Dichter Teppich aus *Hypnum Schreberi, Hylocomium proliterum u. a.*

Am Ufer eines Bächleins wachsen:

Equisetum boreale
Phleum alpinum
Trollius europaeus
Carex sparsiflora
Geranium silvaticum
Alchemilla acutidens
Alchemilla glomerulans
Geum rivale
Trientalis europaea
Epilobium alsinefolium
Epilobium Hornemanni
Bartschia alpina
Taraxacum lapponicum
Solidago Virgaurea lapponicum
Crepis paludosa
Cirsium heterophyllum
Tanacetum vulgare

Eine Reihe Pflanzen (darunter auch Moose) erwähnt Brotherus (1886) als am Rande eines Baches im Fichtenwald, am

Fusse des Gebirges, wachsend. *Listera cordata* (Herb. Hels) fand er im Walde.

Höher hinauf treten in der Bodenschicht in grösseren Mengen Flechten auf. Charakteristisch ist hier das Picetum myrtilloso—nephromiosum (No. 801—2. 1911) bestehend aus:

Bodenschicht: *Cladonia alpestris, Cetraria islandica*

Cladonia alpestris	Cetraria islandica
Cladonia deformis	Peltigera aphtosa
Cladonia gracilis elongata	Nephroma arctica cop.

Auf versumpften Boden wachsen u. a. *Eriophorum vaginatum, Eriophorum angustifolium Carex limosa, Comarum palustre, Rubus chamaemorus Andromeda polifolia, Oxycoccus microcarpus.*

Die Feldschicht ändert sich ebenfalls mit der Höhe, denn statt des dominierenden *Vaccinium Myrtillus* tritt in grösserer Menge *Empetrum nigrum* auf, mit Zusatz von einigen arcto — alpinen Elementen, wie z. B. (Picetum empetrosum No. 802—2. VII. 1911) *Phyllodoce taxifolia, Pedicularis lapponica, Lycopodium Selago, Salix Myrsinites, Viola biflora, Pinguicula alpina* (offene Stellen).

Die Dichte des Baumbestandes ist hier geringer als unten, im Picetum myrtillosum.

Dieselben Waldassoziationen bedecken auch den unteren Teil des Tales des Lutnjärmajok.

Eine Reihe Pflanzen sind in den Wäldern am Fusse des Umptek gefunden worden, wie z. B. von Pohle (Herb. Petr.) *Goodyera repens*, in den Fichten- und Kiefernwäldern und *Coleoglossum inferalpinum* in den Gebirgswäldern.

Auch Brotherus (1886) führt für die Fichtenwälder am Fusse des Gebirges eine Reihe z. T. seltener Arten an. Der Moosteppich besteht nach seinen Angaben aus *Hylocomiums plendens, Hylocomium parietinum, Hylocomium triquetrum.*

Die Waldgrenze verläuft nach Petrelius und Ramsays Messungen in ca. 250 m. Höhe über dem Imandra (in ca. 380 m. abs Höhe). Die spärliche Baumvegetation besteht aus niedrigen obstbaumförmigen Birken und Mattenfichten.

Den felsigen Boden bedeckt eine dünne Humusschicht, die Feldschicht besteht aus Zwerg- und Spalierstäuchern, in der Bodenschicht sind viele Flechten. In einer Schlucht in der Nähe der Baumgrenze wuchsen in den Felsritzen (N 803) *Aspidium euspinulosum, Phyllodoce taxifolia, Oxytropis lapponica, Polypodium vulgare, Geum rivale.*

Noch höher hinauf über der Waldgrenze beginnt das Hochplateau.

Nach Kihlman (1903) kommen teppichförmige Fichten 100—200 m. über der Waldgrenze vor, Krummholz der Kiefer ist in der alpinen Region seltener.

6. Das Plateau.

Die offene Pflanzendecke des Plateau hat den Charakter eines Frigoridesertum. Unten kommen allerdings noch Rasenflecken vor, zwischen denen überall Nephelinsyenittrümmer herumliegen. Die Vegetation besteht aus: (No. 804—1. VII. 1911.)

Lycopodium alpinum	Phyllodoce taxifolia
Juniperus nana	Cassiope hypnoides
Betula nana	Empetrum nigrum
Juncus trifidus	Saxifraga aizoides
Carex rigida	Pedicularis lapponica
Trollius europaeus	Scirpus caespitosus
Vaccinium Vitis idaea	Oxytropis sordida
Vaccinium uliginosum	Antennaria dioica
Salix Myrsinites	Loiseleuria procumbens

Noch höher, wo jeglicher Rasen fehlt, und zwischen den Steinen nur vereinzelte Pflanzen wachsen, wurden vermerkt Frigoridesertum (No. 805—1. VII. 1911.)

Papaver nudicaule	Cassiope hypnoides
Saxifraga oppositifolia	Silene acaulis
Oxytropis sordida	Diapensia lapponica
Dryas octopetala	Juncus trifidus

Flache Depressionen werden von Mooren bedeckt.

Assoziationen: (Eriophoreto—Caricetum saxatilis No. 806 — 1 V.II. 1911) bestehnd aus *Carex saxatilis cop., Eriophorum vaginatum, Eriophorum angustifolius, Scirpus caespitosus.*

Bodenschicht: *Dicranum* Arten, wie *Dicranum congestum, Sphagnum* sind selten, mit Ausnahme von *Sph. acutifolium*, welches nach Brotherus sogar auf recht trockenen Böden grosse Polster bilden kann. Ausserdem werden vom ihm noch *Sphagnum compactum, S. platyphyllum* und Formen des *S. acutifolium* erwähnt.

Eine tiefere Depression auf dem Plateau enthält einen kleinen, inmitten Felsen gelegenen See, an dessen Ufern am 1. VII. 1911 noch Schneemassen herumlagen.

Ein Vaccinietum myrtilloso — salicoso Myrsinitis wurde in der Nähe des schmelzenden Schnees vermerkt. (No. 807 1911.)

Trollius europaeus	Taraxacum sp.
Salix Myrsinitis	Vaccinium Myrtillus
Carex saxatilis	Pinguicula alpina
Lycopodium Selago	

Etwas höher, auf mit dünner Humusschicht bedecktem Felsboden, beginnt ein Betuletum nanae (No. 808 1. VII. 1911.) bestehend *Betula nana, Empetrum nigrum, Phyllodoce taxifolia.*

Die einzelnen Plateaus zwischen dem Lutnjärmajok und dem Jiditschjok haben verschiedene Namen; wir wollen jedoch nur den Kybinpachktschorr und den Jimjegortschorr erwähnen, zwischen welchen die Jimjegor-Schlucht verläuft, deren Sohle mit Schnee und Felsblöcken bedeckt ist. Die mittlere abs. Höhe dieser Plateaus beträgt naoh Ramsay 800—900 m. Die Vegetation hat ein alpinen Charakter, von Pohle (Herb. Petr.) sind hier im alpinen Gürtel, im trockenem Bette eines Baches, auf Gesteinstrümern *Arenaria ciliata, Saxifraga oppositifolia, Cassiope tetragona, Dryas octopetala* gesammelt worden, im subalpinen Gürtel — *Potentilla alpestris* und *Gnaphalium norvegicum.*

Auf der Talabalcha Tundra sammelte Niemann (Herb. Petr.) unter anderem folgende Pflanzen:

Auf kahlen Felsen oberhalb der Waldgrenze, in 2000 – 2500 Fuss über dem Meeresspiegel: *Silene acaulis.*

Auf dem kahlen Berggipfel nahe der Schneegrenze (3000'—4000') — *Dryas octopetala.*

Oberhalb der Waldgrenze:

Lycopodium alpinum (bis Höhe 2000[1] abs)
Juniperus nana (bis 1100[1]—1500[1] abs. Höhe)
Tofieldia borealis 1100[1]—1500[1] (abs. Höhe)
Saxifraga aizoides (2000[1]—2500[1] über dem See)
Calluna vulgaris (1100—2500[1])
Oxytropis sordida (100—1500)
Vaccinium uliginosum (1100[1]—1500[1])
Phyllodoce taxifolia (1100[1]—2500[1])
Pinguicula alpina
Arctostaphylos alpina (1100[1]—2500[1])
Linnaea borealis (1500[1])

Auf feuchtem Boden oberhalb der Waldgrenze:

Ledum palustre (bis 1100[1]) in geschützten Spalten
Scirpus caspitosa (1100—1500[1]) über dem See
Bartschia alpina (1100—2000[1])
Carex rigida (1100—1200[1])
Pedicularis lapponica (1100—1200[1])
Eriophorum vaginatum (1100—150[1])
Melampyrum pratense foliosum 1100—1200[1]
Moneses grandiflora (1100—1200)

In geschützten Klüften, *Lonicera coerulea,* in 2000 m. Höhe, sowie in der Nähe des ewigen Schnees.

Malmberg sammelte: (Herb. Hels) *Equisetum variegatum* (in montes Chibinae).

Brotherus (Herb. Hels): *Athyrium crenatum, Cystepteris montana.*

Nach Kihlman (1903) m. sind *Ranunculus glacialis,* Salix *arbuscula* für den Umptek spezifisch.

Enwald und Knabe (Herb. Hels) — *Equisetum hiemale,*

Im östlichen Teile des Umptek sind die Vegetatonsverhälnisse sehr wenig bekannt.

Beim Busen Tuil-luht sammelte Kihlmann in der Regio alpina (Herb Hels): *Dryas octopetala;* in der Waldzone: *Salix arbuscula;* an der Mündung des Tuiljok auf Lehmboden: *Salix phylicifolia; Thalictrum alpinum* auf den Anhöhen am Tuil-luht. *Veronica alpina; Cassiope hypnoides, Cardamine bellidiflora, Papaver nudicaule,* alpine Region. *Salix arctica* — alpine Region beim Tuil-Luht, 6 cm. Höhe; *Sorbus glabrata.*

Soweit den Boden des Plateaus keine Reiser bedecken, ist er mit Flechten bewachsen — *Cladonica, Cetraza, Alectorien, Platysma, gypophora, Rhizocarpon* u. a. Auf grosser Fläche sehen wir auch charakteristisch ausgebildete Fliess (Polygonböden).

IV. Die Gebirge auf dem Westufer des Imandra.

1. Uebersicht.

Das Gebirgsmassir auf der Westseite des Imandra besteht aus mehreren Teilen. 13 km. westlich vom der Bucht Soptvum befindet sich der Südzipfel der Tschyn Tundra, welcher durch ein Tal von der nördlicher gelegenen Montsche Tundra getrennt ist. Dieses letztere Gebirge zieht sich anfangs in nördlicher Richtung hin, wobei es sich bis auf 4 km. dem Montsche See (siehe oben) nähert. Hier liegt der Gebirgszug nach NNW bis zum Flusse Vaikserjok, welcher ihn von der im NW gelegenen Namdes Tundra trennt. Dies letztere Gebirge 30 — 40 km. von Rasnawolok am Imandra entfernt, ist nach Petrelius mehr als 1000 m. hoch. Alle diese Gebirge bestehen aus archäischen krystallinischen Gesteinen und unterscheiden sich merklich durch ihre abgerundeten Formen von dem plateauartigen Umptek auf der gegenüberliegenden Seite des Imandra. In westlicher Richtung erstrecken sie sich bis zum Notosero (Nuotjok) in der Tuloma Lappmark.

Die Vegetationsverhältnisse dieser Gebirge sind sehr wenig bekannt, am meisten Angaben haben wir jedoch von der Tschyn—Tundra mit welcher wir beginnen wollen.

2. Die Tschyn Tundra.

Kurze Angaben über die Vegetationsverhältnisse haben wir von Brotherus (1886), welcher hier im Jahre 1886 weilte und von V. Borg (1902—03 und 1904) der 1901 die Grenzgebiete zwischen Lapponia Imandrae und Finnland untersuchte und bei dieser Gelegenheit den südlichen Teil der Tundra besucht hat. 1911 reiste hier ferner Dr. Pohle. (1912).

Die Tschyn Tundra, oder vielmehr ihr südlicher Teil, hat abgerundete Formen, und steile Abhänge, während ihre nördliche Hälfte scharfe Grate und spitze Gipfel aufweist. Tiefe Schluchten mit steilen Hängen und steiniger Sohle trennen die einzelnen Gipfel von einander, Schluchten tecktonischer Her-

kunft (nach der Meinung von Borg), von NW nach SE und WSW nach ENE gerichtet, und in der ersten Verwerfungsrichtung liegt auch der am Fusse des Tschyn befindliche Kolosero. Erosionstäler sind von Borg nicht beobachtet worden. Die abs. Höhe der Tschyn Tundra beträgt nach Petrelius ca. 800 m., nach Borg 874 m. im südlichen Teil, und gegen 1000 m. im nördlichen.

Die Waldgrenze verläuft nach Borg (1902—03 pag. 37) in 450—475 m. abs. Höhe, an sehr geschützten Stellen sogar erst in 500 m., wobei der Nadelwald 385 — 395 hoch ansteigt. Am höchsten lässt sich der Wald auf den NE und NW Hängen beobachten, während die nach N gewandten eine Depression der Waldgrenze aufweisen. Oberhalb des Nadelwaldes erstreckt sich ein ca. 60 — 80 m. breiter Birkenwaldgürtel, in dem *Hylocomium Schreberi* und *Vaccinium Myrtillus* tonangebend sind, oder aber es treten *Dicranum, Cladonia, Empetrum nigrum, Vaccinium Myrtillus, Vaccinium Vitis idaea* auf. Häufig besteht die Feldschicht ausschliesslich aus denselben Flechten und Zwergsträuchern, wie wir sie höher oben in der waldlosen Zone beobachten können.

Borg führt in seiner Arbeit (1902—03) eine Reihe, z. T. nur der Tschyn Tundra eigentümlicher Pflanzenvereine an, welche an den Hängen zu beobachten waren, Brotherus in seiner mehrfach citierten Arbeit (1886) bringt eine Liste der von ihm an den Abhängen diese Gebirges gesammelten Pflanzen. Ebenso finden wir bei Borg und bei Brotherus Angaben über die Pflanzendecke der waldlosen Gipfel des Gebirges, aus denen wir entnehmen können, dass hier Flechten in grosser Menge auftreten, von höheren Pflanzen *Empetrum nigrum* und *Vaccinium Vitis* idaea. Borg unterscheidet in der regio alpina inferioris eine ganze Reihe Formationen.

Die höchsten Gipfel der Tschyn Tundra sind nach Brotherus zuerst mit kleinen und grösseren Steinen bedeckt, seltener mit einen Flechtenteppich.

Von arktisch — alpinen Pflanzen kommen hier *Cryptogramme crispa, Diapensia lapponica, Silene acaulis, Dryas octopetala, Azalea procumbens, Phyllodoce taxifolia* u. a. vor, massenhaft jedoch *Betula nana* und *Empetrum nigrum.* Brotherus brmgt auch ein Verzeicbnis der von ihm gesammelten höheren Pflanzen und Moose.

Am Ufer des Tschyn See hat Pohle gesammelt: *Equisetum boreale, Lycopodium Selago, Molinia coerulea, Carex junecila caspitosa, Carex rigida inferalpina, Melampyrum pratense foliatum, Oxycoccus microcarpum* auf *Sphagnum* Mooren.

Am Fusse der Tschyn Tundra sammelte Brotherus (Herb Hels), *Potentilla recta,* Zwischen Tschyn-See und Jekostrow *Anthriscus silvestris.*

Bei Jekostrow am Imandra See *Arctagrostis latifolia* (Enwald und Hollmén, Herb. Hels.), *Cypripedium Calceolus* (Nylander), *Lonicera coerulea, Pinguicula alpina* (Brotherus).

3. Die Montsche Tundra.

Die im Norden der Tschyn Tundra gelegene Montsche Tundra ist noch weniger erforscht als die Tschyn Tundra. Es ist eine Terra incognita für Geographen und Botaniker, da wir ausser einer kleinen Sammlung Pflanzen von Dr. Pohle keine andere Angaben über die Vegetationsverhältnisse dieses Gebirges besitzen. Dies lässt sich nur durch seine Abgelegenheit und verhältnismässig schwere Zugänglichkeit erklären. Ihre Höhe beträgt nach Petrelius (1802 pag. 8) ca. 900 m.

Im alpinen Gürtel sind von Dr. Pohle (Herb. Petr.) folgende Arten gesammelt worden: *Phleum alpinum, Carex rupestris, Viscaria alpina, Thalictrum alpinum, Polygonum viviparum, f. nana* (Pohle), *Saxifraga nivalis, Saxsifraga stellaris et f. comosa* (zusammen mit *Salix polaris* beim Schnee), *Potentilla alpestris, Cassiope hypnoides, Linnaea borealis, Veronica alpina, Solidago Virgaurea lapponica sub. alpestrem Gnaphalium alpinum, Campanula lapponica,* (am Bach bei Schneemassen).

Am Fusse zwischen Felstrümmern, im Bette eines Baches: *Rubus saxatilis.*

Auf Sphagnummooren, am Fusse des Gebirges: *Arctostaphylos alpina.*

Die nach Petrelius mehr als 1000 Meter abs. Höne erreichende Namdes Tundra ist botanisch gänzlich unerforscht.

4. Westlich von der Montsche Tundra und das Tuadasch Gebirge.

Westlich von der Montsche und der Namdes Tundra erstreckt sich eine sehr wenig bekannte Gegend. Hier verläuft auch die Grenze zwischen Imandra und Tuloma Lappland, obgleich von den finnischen Gelehrten zur letzteren noch das sich am Ufer des Nuot-Sees erhebende Tuadasch Gebirge gerechnet wird. [1]) In tecktonischer und petrographischer Hinsicht hängt dies Gebirge sicher mit der Salnaja Tundra im Imandra Lappland (Popoff 19...) westlich vom Tschyn und Montsche Gebirge zusammen, ist jedoch von ihr durch das tiefe Verwerfungstal des Kounajoki getrennt. Alle diese Tundren sind aus krystallinischen Gestein zusammengesetzt und durch Verwerfungsprocesse über der Umgegend gehoben worden. 1889 reiste von der Tschyn Tundra zum Nuotjok der französische Geograph Rabot (1889), welcher über sie in seiner Arbeit nur kurze naturhistorische und geographische

[1]) Siehe die Karte in Herbarium Musei Fennici (1889).

Angaben macht, 1899 und 1901 arbeitete hier die Expedition des russischen Geologen Popoff, von dem wir nur rein geologische Angaben besitzen (1903) sowie ein kleines Herbarium.[1]) Eine ausführliche geographische Beschreibung dieser Terra incognita besitzen wir von ihm nicht.

Am bekanntesten ist sicher die Tuadasch Tundra am Nuotjavr. Dieses Gebirge stellt einen, von zahlreichen Tälern durchzogenen grösseren Bergkomplex dar, welcher im Siutaldi 1032 m. abs. Höhe erreicht, (Lindén 1894 pag. 6) folglich an Höhe den Gebirgen am Imandra See wenig nachsteht.

In geologischer Hinsicht wurde es von Popoff untersucht, Angaben über die Vegetationsverhältnisse besitzen wir von Lindén (1894). Auch Faas (1901) scheint diese Gegenden, aber mehr als Forstmann, untersucht zu haben. Die tiefen Täler des Tuadasch sind mit Fichtenwald bedeckt, den in 235 m. abs. Höhe liegenden See Muotkajarvi umgeben Kiefernheiden, grosse Bestände aus *Salix lanata, Salix glauca, Betula nana* bedecken die sonst mit spärlicher Vegetation bewachsenen Höhen.

Die Gipfel des Tuadasch reichen in die alpine Zone hinein, wie aus folgender Liste der von Lindén gesammelten Pflanzen ersichtlich ist:

Aspidium Lonchitis, Cryptogramme crispa, Carex pèdata, Carex atrata, Carex capitola, Poa alpina, Salix polaris, Alchemilla appina, Dryas octopetala, Arnica alpina, Eriophonum Schcuchzeri, Salix Myrsinites In 470 m. Höhe *Sphaerella nivalis.*

Ferner sind Pflanzen gesammelt worden von Fontell, und vor allem von Enwald und Knabe (Herb. Hels.).

VI. Zwischen dem Imandra und der finnischen Grenze.

Die Gegenden im Westen des Imandra, bis zur finnischen Grenze hin, sind 1898 und 1901 von Borg und Axelson (1902—03 und 1904) untersucht worden.

Aus Borgs Bericht (1902—03) sehen wir dass die Kiefernwälder im Rayon von Akkala (Babinsk), im westlichen Zipfel des Imandra, sich wenig von den weiter im Osten gelegenen, unterscheiden, wie z. B. im Bassin der Warsuga, während weiter im Westen, z. B. bei Salla in der Lapponia Kemensis (Finnland), die Feldschicht der Kiefernwälder aus *Calluna vulgaris* gebildet wird.

Was die Moore anbelangt, so kommen bei Akkala überaus häufig mit *Carex filiformis* bewachsene Moore vor, mit Beimischung von *Enodium coeruleum.* Dort, wo Moose reichlich sind, wird *Carex filiformis* von *Molinia coerulea* verdrängt. Westlich von hier fehlen nach Borg, diese Moore.

[1]) Im St. Peterburger botanischen Garten; jegliche Fundort und Standortsangaben fehlen. Nur das Datum ist angegeben.

[2]) Im Herb. Petr. befindet sich nur ein kleines von Faas gesammeltes Herbarium.

Auf Torfböden an den Ufern der Seen und Flüsse kommen (in der Nähe des Hangasjarvi kleine Wiesenstreifen vor, aus *Molinia coerulea,* sowie Haine mit *Molinia coerulea* und *Lonicera coerulea.*

Auf sandigen Wällen an der Mündung des Juonnijok sieht man schöne Alluvialwiesen aus *Calamagrostis* und *Phalaris arundinacea,* zerstreut sind grosse Kräuter wie *Thalictrum simplex, Trollius europaeus, Veronica longifolia,* sowie an höheren Stellen — *Aira flexuosa.*

Weiter vom Ufer entfernt beginnen Alluvialwälder, bestehend aus Birken mit Unterholz aus *Ribes rubrum* und *Lonicera coerulea.* Humus ist nicht ausgebildet, Moose sind in geringer Menge vertreten, die Feldschicht ist wie auf den Alluvialwiesen, nur dass die Kräuter in geringerer Menge auftreten.

Wie wir sehen, unterscheiden sich diese Wiesen und Wälder kaum von denen an der Warsuga (Regel, 1922, 1923).

Westlich von Akkala wird die Ebene am Imandra durch die Berge: Nahketunturit, Kuluswuorti, Katinkultunturit sowie die Stromschnellen Kalloojan suukoski des Juonnijok begrenzt[1]).

Hier beginnt nach Westen zu eine stark hügelig bergige Gegend, welche sich nach Süden und Südwesten bis zum Juonnijok und weiter hin zu den in Finnland gelegenen Provinzen Karelia Keretina und Lapponia kemensis erstreckt. Tundren und Warakas ändern hier mit engen und nicht selten steilwandigen Tälern ab. Ganz bezonders schmal ist der Kymäjärvi See und der Kannanjok (Kanda—Fluss), welcher, wie wir gesehen, in den Busen von Kandalax bei Fedosersk mündet. Die Quellen dieses Flusses befinden sich am Kaitutunturi, welcher zu einem 30—40 km. westlich vom Busen von Kandalax aufsteigenden Gebirgkomplex gehört. Südlich davon erstreckt sich eine, zur Provinz Karelia keretina gehörende Niederung, im Norden und Nordosten erheben sich zahlreiche kleinere Erhebungen, welche sich bis zum katikkultunturit und Kuluswuorti am Westufer des Imandra erstrecken.

In den angeführten beiden Arbeiten Borgs finden wir genaue Angaben über die Geographie dieser Gegenden, insbesondere über die Höhe der einzelnen Berge. Am höchsten ist der schon erwähnte Kaitatunturit von 600 — 625 m. abs. Höhe, an dessen Westabhang der Juonnijuok, am Ostabhang hingegen der Kannijok (Kanda) entspringt. Er bildet somit die Wasserscheide zwischen dem Weissen Meere und dem Imandra-See. Die Waldgrenze verläuft am Nordabhange in 560 — 570 m. abs. Höhe, am Südabhang hingegen der weniger vor Winden geschützt ist, verläuft sie bedeutend niedriger als auf dem steileren durch die umliegenden Berge vor den Winden geschützten Nordabhang.

Hieraus, sowie auch aus den übrigen Angaben, in der ausführlichen Arbeit von Borg über die finnische Fjelde können wir

[1]) Siehe die Karte bei Borg (1904).

ersehen, dass die Waldgrenze auf den verschiedenen Bergen in diesem Teile der Kola Lappmark in verschiedener Höhe verlaufen kann, und von den Bodenverhältnissen, dem Relief, der Exposition, abhänging ist. Ueberall sehen wir über dem Nadelwald eine Zone des Birkenwaldes, während der, auf einigen Bergen der Lapponia kemensis (z. B. auf dem Sallatunturit) ausgeprägte Fichtengürtel oberhalb der Kiefer hier vollständig zu fehlen scheint.

Die Vegetation dieses Birkengürtels und der waldlosen Zone stimmt im grossen ganzen mit derjenigen auf der Tschyn - Tundra überein, nur dass die Formationen *Salix polaris* + *Carex lagopina* und die Kräuterformation, welche von Borg für die Tschyn Tundra angegeben werden in den Gebirgen südlich vom Juonnijok fehlen.

Die Niederungen sind, wie wir uns auf Borgs Karte überzeugen können, vorzugsweise mit Fichtenwald bewachsen, ja es befindet sich hier sogar eines der Fichtencentren Lapplands, während bei Akkala am Imandra, und weiter im Westen in der Lapponia kemensis, sowie auch im Norden in der Tuloma, Lappmark Kiefernwälder vorherrschen. Der Baumwuchs ist schlecht, die Gebirgswaldungen ausgenommen, welche besser entwickelte Bäume aufweisen. Aus den Angaben von Borg über die Zusammensetzung dieser Wälder können wir entnehmen, dass in feuchteren Wäldern die Feld- und Bodenschicht dem von uns beschriebenen Assoziationskomplex des Picetum myrtillosum [1]) entsprechen würde. Auf trockeneren Böden kommt ein Picetum lichenoso—empetrosum vor. Häufig scheinen auch Moore zu sein (Sphagneta caricosa) [1]) mit *Carex ampullacea* und *Sphagna*, Reisermoore (Sphagneta empetrosa) mit, Fichten bewachsen Moore (Sphagneta picevsa).

An den Quellen der Flüsse treten nach Borg (1902—03 pag. 32). grössere versumpfte Niederungen auf, teils offene, Reisermore, wie sie von ihm genannt werden, mit *Sphagnum fuscum* in der Bodenschicht (Sphagneto empetrosa), teils sind es bunt zusammengesetze Assoziationskomplexe, in welchen auch häufig Torfhöcker mit Fichten auftreten.

An den sandig, kiesigen Flussufern treten nach Borg besonders *Molinia coerulea*, *Pinguicula vulgaris*, Moose (*Bryа*) auf — offenbar entprechen diese Pflanzenvereine unserem Komplexe der steinigen Wiesen. Auf sandigen Uferwällen finden wir unsere Calamagrostideta herbosa, welche am Flusse von einem *Caricetum aquatilis* umsäumt werden, auf Alluvialinseln finden wir das Phalaridetum arundinaceae. Betuleta herbosa bedecken die Ufer, hie und da sind es auch heideartige Birkenwälder.

An den Quellen hat Borg folgende Wiesenvereine beobachtet:

[1]) Die Bezeichnung der Assoziationen sind nach meiner Terminologie angeführt.

1. Trockene mi *Aira flexuosa* und wenig Kräutern.

2. Feuchtere aus *Calamagrostis phragmitoides* (auch *Phalaris*). und hohen Stauden *(Spiraea, Veronica longifolia)*.

3. Niedrige Rasen aus *Carex caespitosa* (*C. juncella*), Stauden, sovie auch Gräsern — *Calamagrostis, Phalaris*.

Weiter beginnen sumpfige Birkenwälder mit *Sphagnum* oder auch *Betula nana, Salix Lapponum* Gestrüpp mit *Carex aquatilis, Calamagrostis* oder auch Saliceta phylicifoliae herbosa.

In den Gegenden südlich vom Juonnijok sind nach Borg Wiesen auf 10—15 cm. mächtigem Torfboden nicht selten. Borg führt auch einige der am meisten verbreiteten Pflanzen an. Hainartige Laubwälder mit hohen Stauden *Salix, Prunus Padus*, sind für die Flussufer in den tiefen Gebirgstälern charakteristisch. Auf weitere Einzelheiten in Bezug auf diese interessante den Grenzgebieten zwischen der Kola — und der Kemi-Lappmark angehörende Gegend, verweisen wir auf die zwei Borgschen Arbeiten.

Eine Reihe Pflanzen südlicherer Gegenden kommen in den Gegenden zwischen der finnischen Grenze an dem Imandra-See vor, und finden hier z. t. ihre Grenze nach Norden oder Nord-Westen.

F. Der Lujawr Urt und der Umpjawr und Lujawr.

I. Der Umpjawr.

Oestlich von Imandra-Gebirge erstreckt sich der ca. 35 km. lange Umpjawr, bei den Russen Umba See genannt, aus welchem der uns schon bekannte Umba-Fluss entströmt. In botanischer Hinsicht ist dieser, nach Aussagen der Lappen, mehr als 200 m. (=ca 100 russ. Faden.) tiefe See (Petrelius 1892) fast ganz unerforscht. Ausser Ramsay und Kihlmann ist er noch 1911 von Wiese 1912 besucht worden, dessen botanische Sammlungen leider auf dem Heimwege auf dem Umbaflusse, infolge Kentern des Bootes zu Grunde gingen. Der See liegt in ca. 145 m. abs. Höhe; sein nördliches Ende ist im Westen vom Umptek und im Osten vom Gebirge Lujawr, Urt begrenzt, während südlich eine mit Wald bewachsene Niederung sich nach Osten hin bis zur Grenze der Lapponia Varsugae erstreckt. Der, im Gegensatz zum Imandra, die Merkmale eines Gebirgssees aufweisende Umpjawr liegt folglich gleichsam in einem tiefen Spalt zwischen zwei der grössten Gebirgsmassive des In-

neren von Lappland. Die von Kihlman 1892 gesammelten Pflanzenproben sind von Levander bestimmt worden. An der Bucht Tuil luht am westlichen Ufer des Umpjawr, sammelte Kihlman (Herb Hels) *Andromeda polifolia, Antennaria dioica, Rubus saxatilis, Saxifaraga oppositilija — S. alizoides et. f. aurantiaca.* Bei Ump Nischk: *Potentilla verna.* In der Kualtsche Bucht sammelte Kihlman (Herb. Hels). *Hippuris vulgaris f. fluviatilis; Pedicularis palustris, Ranunculus peltatus septentrionalis, Utriularia minor* und *U vulgaris* (reichlich). Auf Sphagneta am Busen Kork luht: *Drosera rotundifolia. Viola canina x montana* — am Ufer der Tuil luht Bucht. *Andromeda polifolia* ebenda auf Lehmboden; *Epilobium palustre, Salix lanata, Salix Caprea. Tussilago farfara* — am Bache Kiehkuaj in der Waldzone; an der Mündeng des Kiehk-uaj Baches — *Urtica dioica.* In der Waldregion am Umpjawr — *Veronica alpina.* Im Sumpfe am Kork luht — *Myriophyllum alterniflolium, Carex caespitosa. Menyanthes trifoliata* an der Mündung des Kualduaj; *Salix glauca x nigricans* im Mischwald am Ump Nischk, 3 m. hoher Strauch.

II Der Lujawr Urt.

1. Uebersicht.

An der Ostseite wird der Umpjawr, wie schon erwahnt vom Lujawr Urt (Lowoserskija Gory bei den Russen) begrenzt. einem eine Fläche von 485 qkm. bedeckendem Hochgebirge, welches den Raum zwischen dem Umpjawr und dem östlich davon liegendem Lujawr (Lowosero) einnimmt.[2]) Es ist ebenso wie der Umptek aus Nephelinsyenit aufgebaut, weist die gleichen topographischen Eigenschaften wie dieser auf und ist wie dieser von tiefen Schluchten und Tälern durchfucht, die jedoch, im Gegensatz zu letzterem nicht durch Querschluchten miteinander verbunden sind . Eine Vertiefung auf seiner Ostseite wird von einem Gebirgssee, dem Seitjavr, [3]) eingenommen; der hufeisenförmig von Gebirgen umgeben wird. Im Norden, Süden und Westen ist dieser See von fast senkrecht aufsteigenden, 150—200 m. hohen Felswänden umgeben, im Osten jedoch trennt ihn vom 20 m. tiefer liegenden Lujavr einen niedrige, nur 1.5 km. breite, Moräne. Fichtenwald bedeckt die Ufer des Sees. 10—12 m. Höhe bei 60—65 cm. dicke erreichen hier die Fich-

[1]) Mündung des Tulga-Flusses auf beiliegender Karte.

[2]) Siehe Ramsay 1894 pag. 18, wo eine Karte des Lujavr Urt im Masstabe von 1:100.000 enthalten ist.

[3]) Ramsay, l. c. pag. 6. Nach Kihlman hat der See eine abs Höhe von 183 m. und liegt 40 m über dem Umpjawr.

ten, die Birke wird 6—8 m. hoch, die Eberesche 5—6 m. hoch, die Kiefer fehlt. *Alnus incana virescens* (Herb. Hels) am Kultuaj Bach in der reg. alp., *Anthriscus silvestris* in abieto, *Salix lanata,* sind von Kihlman gesammelt worden.

2. Die Täler Tschiwruaj und Suluaj.

Der grösste von den in den Seitjawr aus dem Gebirge fliessenden Bächten ist sicher der Bach Tschiwruaj, dessen von Felstrümmern und Moränenablagerungen bedeckte Talsohle einen kleinen See (Ramsay 1894 pag. 19.) enthält. Dieses Tal steigt bis zur abs. Höhe von ca 600 m. ins Gebirge hinauf, es ist vom SW nach N gerichtet. Ueber die Vegetationsverhältnisse hier finden wir Angaben bei Kihlman, 1890, 1902) dem einzigen[1]) Botaniker, welcher bis jetzt dieses einsame, abelegene Gebirge hat aufsuchen können.

Im schmalen, nach Süden hin offenen, Tale des Baches Suluaj erwähnt Kihlman in 257 m. Höhe 8—10 hohe Fichten, in 326 m. Höhe — zahlreiche niedergedrückte Fichtensträucher, in 338 m. Höhe — Birkenwald mit *Sorbus.* In 361 m. Höhe wachsen nur vereinzelte Birken von Menschenhöhe, sowie 6—8 cm. hohe Fichtensträucher. In der Nähe des ewigen Schnees hat Kihlman (Herb. Hels.) *Taraxacum nivale* gesammelt, am Ufer des Baches *Saxifraga hieraciifolia,* auf feuchten Felsen des Kuahtsujuin, oberhalb der Waldgrenze—*Cryptogramme crispa.* (Herb. Petrop), *Arenaria ciliata* in der regio alpina superior — *Alchemilla alpina, Epilobium palustre, Salix rotundifolia; Salix polaris* — alpine Region am Seidsjawr, *Menyanthes trifoliata* am Seidsjawr, *Saxifraga hieracifolia* am Suluaj. Ferner obere alpine Region: *Cardamine bellidiflora;* im feuchten Fichtenwalde beim See fand Kihlman *Urtica dioica:*[2]) *Carex canescens, Taraxacum glabrum, Ranunculus pygmaeus, Arabis alpina (Herb. Hels). Alsine biflora;* in der Waldzone — *Stellaria nemorum.*

3. Das Plateau.

Nördliche vom Seitjawr ist vor allem das grosse Tal des in westöstlicher Richtung fliessenden und in den Lujawr sich ergiessenden Wawnjok zu bemerken. Hier erhöht sich bis zu einer abs. Höhe von ca 540 m. das Plateau des Wawnbed, dessen Vegetationsverhältnisse uns von Kihlman geschildert werden.

[1]) 1924 ist dies Gebiet von W. Dokturowski bereist worden welcher meines Wissens noch nichts darüber veröffentlicht hat.

[2]) *Urtica Sondéni.* Simmons (1910 pag. 78), wo ein Fundort von Umpjawr angeführt wird.

Nordabhang am Fusse der Plateaus — Birke mit Beimischung von grossen Fichten. In 189 m. Höhe wachsen die letzten Fichten, in 223 m. Höhe — kleine Birken von Menschenwuchs, 10 m. unterhalb der letzten Fichten kommen noch vereinzelt krumme Kiefern vor.

Ostabhang: Unten Birkenwälder mit Zusatz von Fichten. Fichtenwald nur an den Ufern der Seen.

210 m. — eine einzige Kiefer 3.5 m .hoch.

312 m. — Fichtensträucher 2 dez. hoch; Birke 2—3 m. hoch; *Populus tremula, Sorbus* 2—3 dez. In 403 m.—vereinzelte Birken, kleiner als Menschen.

449 m. auf horizontaler Fläche breiter 12 dez. hoher Fichtenstrauch. 2 m. hohe Birken in geschützten Felsspalten.

511 m.: einziges Exemplar *Sorbus*, 4 dez hoch.

472 m. Fichtensträucher 1—3 dez., keine Birke.

Achnlich sind auch die Vegetationsverhältnisse auf den südöstlichen und Südhängen des Wawnbed. Auch hier tritt die Kiefer äusserst selten auf, nicht ausgeprägt ist die typische Birkenzone, Fichten und Birken steigen zusammen bis zu ca. 430—472 m. Höhe hinauf, nur auf dem Südabhange ist in 327 m. Höhe eine scharfe Grenze des Nadelwaldes zu bemerken.

Gesammelt wurden von Kihlman (Herb. Hels.). *Adoxa moschatellina* — reg. subalpina superior; *Alnus incana virescens* — in abieto humido, 2 m. alto; *Arctostaphylos uva ursi; Antennaria dioica; Dryas octopetala* — unterhalb des Schnees. *Ranunculus pygmaeus* — beim ewigen Schnee; *Thalictrum alpinum* — in der alpinen Region; *Cassiope hypnoides* — auf beschatteten Felsen in der oberen Waldregion; *Castilleja pallida* — auf beschatteten Felsen in der oberen Waldergion. *Castilleja pallida* — reichlich im Birkenwald; *Silene acaulis* — alpine Region.; *Saxifraga rivularis* — obere alpine Region. *Salix reticulata* — alpine Region.; *Salix polaris* — alpine Region auf feuchtem Lehm.; *Saxifraga stellaris* — auf felsigem Bachrand.; *S. nivalis* in Felsspalten der oberen Waldregion.

Cineraria integrifolia — alpine Region am Bach; *Potentilla verna* — obere Waldregion; *Oxyria digyna* — alpine Region; am Bachrand *Papaver nudicaule* — obere alpine Region auf Lehmboden *Salix rotundifolia.*

In der Waldzone, auf Lehmboden, ist von Kihlman ferner *Hierochloe alpina* gesammelt worden; in der alpinen Zone — *Silene acaulis; Luzula Wahlenbergii;* in Felsspalten — *Veronica alpina.*

Aehnlich dem Wawnbed ist das 100 m. höhere Plateau Njintsch Urt, welches sich am Siejtjok erhebt. In 222 m.

Höhe sieht man hier die letzte 6 m. hohe baumförmige Fichte, in 336 m. Höhe kommen noch Birkenwälder von Menschenhöhe vor. In 414 m. wachsen die letzten 5—6 Dez. hohen Birkensträucher, in einer Depression in 491 m. Höhe fand Kihlman noch einige Fichtenmatten.

Die höchsten Gipfel des Luawr Urt erheben sich im Westen von Seitjawr bis zur abs. Höhe von 1120 m. (der Angwundastschorr) und 1115 m. (der Alluaiw). Die Ostseite des Gebirges ist bedeutend niedriger und steigt nur bis zu 400—600 m. über dem Spiegel des Imandra an (ca. 530—730 m. abs. Höhe).

An der Westseite des Lujawr Urt steigt das von Kihlman (1890 pag. 18) untersuchte Plateau Parga an.

Nach den Angaben von Kihlman (1890) sind die Wälder des Lujawr Urt fast gänzlich von der Kultur unberührt, da die nächsten Lappendörfer weit abliegen. Auch Brandspuren sind von ihm hier nicht beobachtet worden.

Der Birkengürtel ist äusserst schwach ausgebildet, und nur in Gegenden mit geringer Steigung (z. B. Opuaiw, Tchiwruaj) hat er reine Birkenbestände oberhalb des Fichtenwaldes beobachtet. Auf steilen Berghängen hingegen, sowie auf kleineren Terrassen dominiert die Birke zuweilen über der Fichte, und stellenweise, wie bei Parga und am Südabhang des Wawnbed steht die Fichte an Zahl nicht hinter der Birke zurück.

Die Waldgrenze wird hier also von der Birke und der Fichte gemeisam gebildet. Si verläuft an den Nordabhängen in 80—100, an den östlichen, sowie in der Vertiefung des Seitjawr in 200 m. Höhe über dem Fuss des Gebirges. In geschützten Stellen, wie z. B. im Tal des Wawnjok und des Kietkuaj steigt sie 50—100 m. höheran. Fichten kann man suweilen bedeutend höher als die Waldgrenze aufsteigen sehen, sogar weiter als die Birke, aber nur in der Mattenform. Ausser den oben an führter Pflanzen sind von Kihlman Pflanzen an folgenden Standorten gesammelt worden:

Am Keltuaj Bach (beim Seitjawr) *Oxytropis sordida, Salix reticulata, Cassiope hypnoides, Taraxacum glabrum, Saxifraga caespitosa; Saxifraga oppositifolia* — obere alpine Region; *Saxifraga hieraciifolia* — obere alpine Region; *Potentilla* nivea ebenda. Am Bache Jedotch uai — *Cardamine pratensis,* obere alpine Regionū Tsobuk Jum: *Silene acaulis,* untere alpine Region auf trockenen Boden; *Saxifraga oppositifolia.* Alp uaj Fluss: *Sibbaldia pratensis* — alpine Region; Kietsk uaj Bach: *Saxifraga cernua; S. rivularis* — an moosigem Bachrand der oberen Waldregion; *Ranunculus lapponicus* im sumpfigen Fichtenwald; *Salix glauca myrtilloides,* Umpnischk: *Primula stricta* — auf sumpfigem Uter. Kuivi Tschorr: *Pirola rotundifolia chloranthioides* — alpine Region.

Tchiwru aj: *Pirola rotundifolia chloranthoides* — untere alpine Region.

Die Kiefer ist nur vereinzelt an Lujawr und am Seitjawr anzutreffen, am Ufer des Umpjawr ist jedoch oberhalb des Fichtenwaldes ein Kiefergürtel zu sehen. Die Feldschicht der Nadelwälder besteht nach Kihlman (1890.) aus Zwergsträuchern und aus *Cornus suecica.*

An den Bachrändern in den Tälern, auf den Berghängen und in den Schluchten unterhalb der Firnfelder wächst ein reicher Pflanzenwuchs, vorzugsweise Vertreter der skandinavischen *Dryas* Formation. Ausserdem jedoch noch die östliche *Castlileja pallida* vor. Weiter unten, im Waldgürtel an den Flussufern ist die hainartige Vegetation mit grossen Stauden *(Angelica, Geranium, Ulmaria, Athyrium filix femina)* gut ausgebildet.

Von verschiedenen Stellen des Lujawr Urt sind Pflanzen (im Herb. Hels.) von Kihlman gesammelt worden:

Salix polaris x rotundifolia — angundas Tschorr, alpine Region. *Draba rupestris* — Felsspalten der oberen alpinen Region bei Keltuaij; *Diapensia lapponica* im Gebirge Tschuks Njum; *Salix Caprea,* beim Flusse Kiel-Kuaj; *Ranunculus peltatus* septentrionalis; *R. acris pumilus; Veronica alpina* am Bache Jerdotsch uaj, alpine Region und auf Lehmboden an der Mündung des Kuelduaj und zwischen *Hypna* am Kiehk uaj: *Carex canescens* an der Mündeng des Kuelduaj.

In der regio silvatica suprema: *Anthriscus silvestris; Arnica alpina* — Kihlman, (Herb Hels.).

Kihlman (1903) hebt hervor, dass infolge geringerer Durchlässigkeit des Bodens, dass Wasser auf dem Lujawr-Urt weniger rasch abfliesst, als auf dem Umptek. Der Boden ist mit Torf bedeckt, mit zahlreichen Moosen — *Sphagna, Dicrana,* Lebermoosen mit *Cyperaceen, Gramineen, Salices* und Cyperaceenmoore, die auf dem Umptek selten sind und auf dem Lujawr Urt echt häufig. In floristischer Hinsicht hebt Kihlman hervor, ist das Vorkommen von 17 Arten bemerkenswert, welche dem Umptek fehlen, darunter *Cerefolium silvestre, Saxitraga hieraciifolia, Alchemilla alpina, Erigeron capitatum.*

Die spezifischen Arten des Umtek sind weniger zahlreich, wie u. a. *Ranunculus glacialis, Andromeda tetragona, Salix arbuscula.*

III. Der Lujawr.

1. Der See.

Oestlich vom Lujawr Urt erstreckt sich in 143 m. abs. Hohe der grosse Lujawr, bei den Russen Lowosero genannt. Sein nördlicher Teil (Lusmjawr) ist überaus flach und oft kilometerweit mit *Batrachium* bedeckt. Das niedrige östliche Ufer

ist mit sumpfigem Walde bewachsen, auf dem westlichen erhebt sich der Lujawr Urt. Der See ist so gut wie unerforscht und nur von Kihlman ist die Umgegend untersucht worden.

Auf Torfmooren am Ufer des See sammelte er (Herb. Petrop) *Carex caespitosa, Carex tenuiflora, Eriophorum vaginatum, Primula stricta* (in ripa subturfosa), *Viola canina x montana* auf Lehm am Ufer des Sees (Herb. Hels). *Sorbus aucuparia, Pirola uniflora* (im Fichtenwald des Wawn Bed. *Nasturtium palustre* — Lehmboden an der Mündung des Seid jok (alls Herb. Hels).

2. Das Lappendorf Lowosersk.

Nicht weit vom Nordende des Lujawr, zwischen dem Lujawr Urt und den Quellen des grossen, ins Eismeer fliessenden Voronja Flusses liegt an der Grenze zwischen den Provinzen Lapponia Imandrae und Lapponia murmanica das Lappendorf Lowosersk, in dessen Umgegend von Kihlman folgende pflanzen gefunden worden sind (Herb. Petrop. und Herb. Hels.).

Ribes pubescens — auf dem hohen Flussufer; *Equisetum boreale* — auf dem sandigen Ufer eines Baches; *Arctostaphylos alpina* — auf trockenen Böden; *Loiseleuria procumbens, Urtica dioica* — bei den Lappenwohnungen, *Salix glauca x nigricans*— auf Wiesen, 2—5 m. hoch, *S. Myrsinites, Salix glauca x phylicifolia* — auf Torfmooren; *Pedicularis Sceptrum Carolinum; Arctostaphylos uva ursi*—auf trockenen Böden; *Salix phylicifolia, S. lanata* und *S. hastata* am Ufer des Flusses; *Ribes glabellum; Rubus idaeus.*

Ueber die Zusammensetzung der Wälder bei Lowosersk berichtet Kihlman (1890) recht ausführlich. Wir wollen nur erwähnen, dass hier die Fichte vorherrscht, die Kiefer hingegen nur kleinere Inseln bildet, wobei sie max. 13.8 m. Höhe bei einem Alter von über 100 Jahre erreicht und einen Stammdurchmesser von 50—60 cm. aufweist.

Die Dichte der Wälder ist sehr gering und die Bäume äusserst unregelmässig entwickelt, was nach Kihlman ihrer ungleichen Wachstumsgeschwindigkeit zuzuschreiben ist. Als Beispiel hierfür führt er einige Probeflächen an, die er im Kiefernwalde angelegt hat.

Die Fichte wird ungefähr gleich hoch wie die Kiefer, die mittlere Höhe des Fichtenwaldes beträgt ca 7—8 m., die Stämme sind häufig wundfaul und gegabelt. Die Besamung der Fichte kann man überall, sogar in trockenen Kiefernwäldern beobachten, während der Nachwuchs der Kiefer fast vollständig fehlt. Kihlman schreibt dies den ungünstigen Standorts-

verhältnissen zu, umsomehr als die Gegend stark von Waldbränden heimgesucht worden ist. Auch im Fichtenwalde ist von Kihlman eine Probefläche angelegt worden.

Die Wälder in der Umgebung von Lowosersk sind stark von Menschen gelichtet.

Am Ostufer des Lujawr liegt die Mündung des kleinen aber breiten Flusses Marjok, dessen niedrige Ufer mit Fichtenwald bewachsen sind, der am Flusse von Weidengebüsch umsäumt wird. Hier sammelte Palmén (Herb. Hels.) *Moehringia lateriflora*. Hie und da, wie z. B. an der Mündung des Njuammeljok (oder auch Njemlomjok) treten Haine mit *Lonicera coerulea* auf. Uber der Niederung erheben sich Sandrücken mit Kiefern, weiter den Fluss hinauf, hat die Gegend den Charakter einer Heide auf Sandboden. Der Marjok entspringt in einem Sumpfe, in dem auch die Quellen des Keinjok, eines die Quellflüsse des Ponoi entspringen. Hier beginnt schon die Provinz Lapponia Varsugae.

Uebersicht der Assoziationen und Assoziationskomplexe.

Vorliegende Ubersicht ist zwecks leichterer Orientierung zusammengestellt worden. Die Gruppierung der Assoziationen erfolgt nach den gleichen Prinzipien wie in meiner Arbeit über die Varsuga Lappmark. (Regel 1923). Eine zusammenfassende Uebersicht sämtlicher Assoziationen der Halbinsel Kola soll, wie schon früher erwähnt, im III. Teil meiner Arbeit folgen. Die hinter dem Namen der Assoziation folgenden Nummern entsprechen den Nummern im Texte der Arbeit.

Assoziationen der Nadelbäume.

Picetum myrtillosum: N 745; 775; 779; 780; 800; 802.
Picetum empetrosum: N 703.
Picetum myrtilloso — empetrosum: N 653.
Picetum vaccinioso myrtillosum: N 754.
Picetum callunosum: N 750.
Picetum myrtilloso — nephromiosum: N 801.
Picetum sphagnosum: N 783, 784.
Picetum sphagnoso — herbosum: N 621, 707.
Picetum microbetuloso — empetrosum: N 682.
Picetum corneosum: N 660.
Piceto — Pinetum myrtillosum: N 735.
Pinetum callunosum: N 761.
Pinetum empetrosum: N 738, 781.

Pinetum empetroso — cladoniosum: N 790.
Pinetum cladoniosum: N 727, 731, 732.
Pinetum empetroso — lichenosum: N 753.

Assoziationen der Laubbäume:

Betuletum herbosum: N 651, 676, 676a, 692, 701, 718.
Betuletum herbosum: N 647.
Betuletum lycopodiosum: N 749.
Betuletum cladoniosum: N 686, 698, 791, 706, 728.
Betuletum juniperoso: N 684.
Betuletum corneosum: N 681.
Betuletum corneoso — myrtillosum: N 466, 483, 484,, 583, 602, 625.
Betuletum polytrichoso — empetrosum: N 705.
Betuletum vaccinioso — polytrichosum: N 717
Betuleto empetroso — myrtillosum: N 642.
Betuletum empetrosum: N 643.
Betuletum myrtillosum: N 675.
Betuletum myrtilloso — polygonosum: N 558.
Betuletum chamaemoroso — herbosum: N 617.
Betuletum pinoso — cladoniosum: N 696.
Betuletum pinoso — empetrosum: N 708.
Populetum tremulae: N 746.

Assoziationen aus Nadelhölzern und Laubbäumen.

Piceto — Betuletum myrtillosum: N 679.
Piceto — Betuletum corneoso — myrtillosum: N 601, 620, 629.
Betuleto — Picetum cladoniosum: N 654, 656, 657, 670, 671, 672.
Betuleto — Picetum herbosum: N 620.
Betuleto — Picetum empetrosum: N 683.
Betuleto — Picetum empetroso — lichenosum: N 606, 641, 672 a.
Betuleto — Picetum myrtillosum: N 640, 704, 729.
Betuleto — Picetum myrtilloso empetrosum: N 645.
Pineto — Betuletum cladoniosum: N 612.
Betuleto — Picetum cladoniosum: N 672.
Betuleto — Pinetum cladonioso — empetrosum: N 710.
Piceto — Betuletum vaccinioso — cladoniosum: N 711.
Betuleto — Picetum myrtilloso — empetrosum: N 694.
Betuletum empetrosum: N 643,
Betuletum herbosum: N 676.
Betuletum myrtilloso — empetrosum: N 646.
Betuletum myrtillosum: N 675.

Betuletum microbetuloso — vacciniosum: N 648.
Betuletum polytrichosum: N 705.

Assoziationen der Nadelsträucher.

Juniperetum herbosum: N 634.

Assoziationen der laubabwerfenden Sträucher.

Betuletum herbosum: N 426, 426.
Betuletum caricosum: N 778.
Betuletum nanae chamaemorosum: N 517, 519.
Betuletum nanae: N 433, 452, 496, 497, 515, 522, 528, 633, 702, 808.
Betuletum nanae sphagnosum N 559.
Betuletum nanae myrtillosum: N 502.
Betuletum nanae ericinosum: N 506, 507, 508, 509.
Betuletum nanae empetrosum: N 511.
Microbetuletum sphagnoso — piceosum: N 758.
Salicetum mixtum: N 456.
Salicetum lanatae: N 417.
Salicetum lanatae salicosum N 475.
Salicetum phylicifoliae: N 678, 720 a. 726, 788.
Salicetum glaucae phyllodeceosum: N 436.
Salicetum salicoso herbosum: N 674.
Salicetum herbosum: N 531, 547, 580, 582, 588, 608, 615.
Salicetum caricosum: N 557.
Salicetum caricoso — herbosum: N 569.
Betuleto — Salicetum herbosum: N 428, 440, 449, 455, 459, 474, 476, 490, 495.
Betuletum nanae — Salicetum sphagnosum: N 665.
Saliceto — Betuletum nanae: N 532.
Salicetum phylicifoliae betuloso — herbosum: N 662.
Salicetum Myrsinitis: N 796.
Betuleto — Juniperetum festucoso — vacciniosum: N 714.

Assoziationen der Zwergsträucher.

Vaccinietum Myrtilli: N 421, 429, 432, 438, 443a, 444, 450, 450 a, 461, 462, 463, 471, 482, 486, 492, 494, 533, 536, 743.
Vaccinetum Myrtilli empetroso — callunosum: N 751.
Vaccinetum Myrtilli ericinosum: N 504.
Vaccinetum Myrtilli nephromiosum: N 747.
Vaccinietum Myrtilli — Vitis idaeae: N 411, 473.
Vaccinietum myrtilloso — piceosum: N 628.
Vaccinietum myrtilloso — salicosum Myrsinitis: N 807.

Vaccinietum uliginosi: N 413.
Vaccinietum mixtum reticulosum: N 501.
Vaccinietum vitis idaeae: N 448, 451, 499.
Vaccinietum Vitis idaeae caricosum: N 514.
Callunetum vacciniosum: N 763.
Andromedetum polifoliae: N 764, 774.
Callunetum vulgaris cladoniosum: N 600.

Assoziationen der Spaliersträucher.

Empetretum nigri: N 414, 430, 431, 442, 447, 464, 498, 505, 535, 542, 545, 546, 597, 616, 762, 786.
Empetretum nigri myrtillosum: N 415.
Empetretum nigri lichenosum: N 624, 631, 594, 597.
Empetrum nigri microbetulosum: N 623.
Empetretum nigri chamaemorosum: N 524, 622.
Empetretum nigri chamaemoroso — lichenosum: N 513, 524.
Empetretum nigri cladonioso — betulosum: N 690.
Empetretum nigri salicosum: N 544a.
Empetretum nigri dicraniosum: N 632.
Salicetum reticulatae: N 420, 421, 465, 500
Salicetum herbaceae desertum: N 437.
Salicetum herbaceae: N 454, 549.
Empetrum nigri vaccinioso — nephromiosum: N 748.
Empetretum nigri herbosum: N 570, 574, 635.
Empetretum betuloso — pinosum: N 794.
Arctostaphyletum alpini: N 534.

Assoziationen der Stauden.

Geranietum silvatici: N 478, 491.
Sibbaldietum procumbentis: N 550.
Cornetum suecicae: N 564.
Potentilletum anserinae: N 540.
Rubetum chamaemori: N 588, 520, 521.
Primuletum sibiricae silinum: N 771.
Alchemilletum acutidentis polygonosum: N 477.
Corneto — Myrtilletum: N 618.
Violetum biflorae: N 424, 460, 480.
Violetum biflorae graminosum: N 444 a.
Antennarieto — Vaccinietum Myrtilli: N 485.
Alchemilletum acutidentis: N 428, 440, 449, 455, 459, 474.
Alchemilletum acutidentis: N 428, 439, 445, 448, 458, 469, 474, 476, 537.
Plantaginetum boreale: N 767.
Gnaphalieto — Violetum biflorae: N 551.

Assoziationen der Grasformen.

Poetum herbosum: N 742, 467, 468, 481, 538.
Poeto — Festucetum herbosum: N 488.
Festucetum ovinae: N 412, 550.
Festucetum ovinae empetrosum: N 769.
Festucetum ovinae herbosum: N 548, 636.
Glycerieto — Primuletum salinum: N 737.
Festuceium ruborae salinum: N 772.
Festucetum rubrae maritimae: N 566.
Molinietum coeruleae: N 722.
Airetum flexuosae: N 721.
Elymetum arenariae: N 637.
Calamagrostideto — Phalaridetum: N 777.
Graminetum herbosum: N 741.
Anthoxantheto — Myrtilletum: N 434, 470, 472, 493.
Festuceto Elymetum arenariae herbosum: N 766.
Festuceto — Elymetum herbosum: N 766.
Anthoxanthetum odoratae: N 457.
Aireto — Calamagrostidetum herbosum: N 584.
Calamagrostideto — Alchemilletum: N 479.
Anthoxanthetum herbosum: N 552.
Poeto — Equisetetum: N 553a.
Eriophoretum angustifoliae: N 512, 516.
Eriophoreto — Caricetum saxatilis: N 806.
Caricetum aquatilis: N 607, 773, 776.
Caricetum stantis: N 416 a, 512.
Caricetum rotundatae: N 664, 668, 673 a, 579, 589, 581, 603, 612.
Caricetum rotundatae scirposum: N 688.
Caricetum sphagnosum: N 577, 593, 734, 597, 760, 725.
Caricetum limosi: N 604.
Caricetum irriguae: N 516.
Caricetum lasiocarpae: N 576.
Caricetum subspathaceae: N 765, 770.
Caricetum vesicariae herbosum: N 717 a,
Caricetum lasiocarpae sphagnoso — microbetulosum: N 756.
Eriophoretum vaginatae myrtillosum: N 752.
Cariceto — Eriophoretum lasiocarpae: N 787.
Caricetum glareosae: N 543.
Caricetum acutae: N 539.

Assoziationen der Moosformen.

Sphagnetum myrtillosum: N 611, 655, 713.
Sphagnetum callunosum: N 789.

Sphagnetum chamaemorosum: N 416, 695, 669, 755.
Sphagnetum herbosum: N 661, 667, 700.
Sphagnetum empetroso — myrtillosum: N 555, 659.
Sphagnetum callunoso — ledosum: N 757.
Sphagnetum empetrosum: N 614, 699, 733, 783.
Sphagnetum myrtilloso — herbosum: N 619.
Sphagnetum pinoso — piceosum: N 739.
Sphagnetum chamaemoroso — vacciniosum: N 627.
Sphagnetum piceosum: N 685.
Sphagnetum empetroso — chamaemorosum: N 525.
Sphagnetum chamaemoroso — piceosum: N 630, 695.
Sphagnetum empetroso — piceosum: N 652, 673.
Sphagneto — Aulacomnietum herbosum: N 586.
Sphagnetum empetroso — lichenosum: N 589.
Sphagnetum empetroso — microbetulosum: N 730.
Sphagnetum chamaemoroso — betulosum: N 723.
Aulacomnietum caricoso — sphagnosum: N 590.
Sphagnetum caricoso — herbosum: N 791.
Dicramieto — Polytrichetum empetroso — cladoniosum: N 689.
Dicranietum elogatum: N 578, 658.
Dicranietum elongati lichenoso — chamaemorosum: N 554.
Dicranietum lichenosum: N 613.
Dicranietum elongati lichenosum: N 663, 687.
Muscetum herbosum: N 759.
Campthothecieto — Aulacomnietum: N 587.
Palludelletum squarrosae: N 593.
Muscetum stellarioso — epilobiosum: N 591.
Muscetum herboso salicosum: N 585.

Assoziationen der Flechtenformen.

Cladonietum empetrosum: N 556, 559 561.
Cladonietum betulosum: N 650.
Cladonietum vaccinioso — betulosum: N 647, 693.
Cladonietum pinoso — betulosum: N 697.
Cladonietum rangiferinae pinosum: N 709.
Lichenetum vacciniosum: N 610.
Lichenetum microbetuloso vacciniosum: N 609.
Lichenetum empetrosum: N 595.
Ochrolechietum tartareae thelephoroides: N 626.

Von diesen Assoziationen sind einige sicher nur Assoziationsfragmente oder auch stark durch den Menschen beeinflusste Pflanzenvereine. Viele von ihnen sind auch Assoziationskomplexe z. B. die mehrschichtigen Waldassoziationen (Siehe z. B. Regel 1923). Eine spätere zusammenfassende Ueber-

sicht der Pflanzenvereine der ganzen Halbinsel Kola wird verschiedene strittige Fragen beantworten.

Vorderhand können wir die hier aufgezählten Assoziationen in folgende Assoziationskomplexe zusammenfassen:

Assoziationskomplexe der Wälder.

Sie sind überall in der Lapponia Imandrae verbreitet, mit, Ausnahme der in der alpinen Region gelegenen Gipfel der Gebirge am Kandalax-Meerbusen und an den grossen Seen des Inneren Vorwiegend sind es Nadelwälder, Piceta oder Pineta. Westlich vom Imandra See liegt ein Fichtencentrum, bei Umba ist die Kieter verbreitet. Am Ponoi, in der Lapponia ponojensis, wechselt die Fichte mit der Kiefer, bei Sosnowetz wachsen nur Fichten. Ausserdem ist in den Gebirgen eine Birkenregion mehr oder weniger gut ausgebildet.

Assoziationskomplexe der Gestrüppe.

Diese Assoziationskomplexe sind im Tale des Ponoi am Rande der polaren Waldgrenze sowie im Gebiete der Tundra überaus verbreitet. Gestrüppe kommen auch im Gebirge vor.

Assoziationskomplexe der Heiden.

Im waldlosen Gebiete an den Berghängen, den Bergipfeln und auf dem Tundraplateau verbreitet z. Teil auch künstlichen. anthropogenen Ursprunges.

Assoziationskomplexe der Wiesen.

Natürlichen und künstlichen Ursprunges, sowohl innerhalb als auch ausserhalb der polaren Waldgrenze verbreitet, im Gebiete der Tundra, auf den Gebirgen und auf den Alluvionen der Flüsse häufig.

Assoziationskomplexe der Moore.

Die Hochmoore der Lapponia Varsugae ziehen sich bis in die Lapponia ponojensis — bei Sosnowetz hinein. Im Gebiete der Tundra sind an Stelle der *Sphagnum*moore die *Dicranum* Moore verbreitet.

Die Assoziationskomplexe der Wüsten.

In der alpinen Zone der Gebirge der Imandra Lappmark, sowie im Gebiete der Tundra verbreitet.

Unterscheiden können wir folgende Wüsten (deserta):
Fluviodeserta: Nr. 487, 639,715.
Litorideserta: Nr. 571, 638, 719, 736, 785.
Frigorideserta: Nr. 503, 526, 793, 795, 804, 805.
Sandige Abhänge: Nr. 573.
Gerölle: Nr. 425, 453, 565, 744, 792, 797, 798, 799.
Fleckentundra: Nr. 649.
Steinige Wiesen: Nr. 596, 677, 680, 729a, 782.
Felsen: Nr. 506, 507, 560, 572, 803.
Tundren: *Empetrum* Nr. 503, 568; *Muscetum* Nr. 666; *Ochrolechia:* Nr. 529, 622; *Lichenetum:* Nr. 230.

Assoziationskomplexe des Süsswassers:

In den Seen und Flüssen.

Kulturpflanzenvereine.

Fehlen; erwähnen wollen wir nur die gedüngten Wiesen Felder genannt, in der Nähe der Dörfer.

Ruderata.

Selten.

Die Provinz Lapponia ponojensis, zeichnet sich durch das Vorherrschen von Tundravereinen längs der Meeresküste aus, und nur bei Sosnowetz tritt der Wald an das Meer heran, wo er allerdings nur die Hügel bedeckt, während sich in der Niederung Tundramoore ausbreiten. Die inneren Teile der Provinz gehören der Waldregion an — Fichte und Kiefer treten am Ponoi abwechselnd bestandesbildend auf. Grosse, durch Waldbrand entstandene sekundäre Tundraflächen, sind im Inneren häufig, Versumpfungserscheinungen können überall in der Niederung beobachtet werden. Die Provinz Lapponia ponojensis gehört vollständig der Baumregion an, liegt aber nur z. T. innerhalb der Waldregion.

In floristischer Hinsicht ist das Vorkommen einer Menge östlicher Arten charkteristisch, z. B. *Paeonia anomala, Phaca frigida, Astragalus oroboides* u. a. Aber auch südliche Arten sind an geschützten Stellen vorhanden — *Trientalis europaea, Paris quadrifolia, Anemone nemorosa, Gagea lutea* u. a. (Siehe die Pflanzenverzeichnisse von Ponoi — Dorf). Arktische und hochalpine Arten findet man in der Tundra: *Dryas octopetala, Cassiope hypnoides, Romunculus Pallasii, R. hyperboreus, Diapensia lapponica, Loiseleuria procumbens, Salix herbacea* u. a.

Die Provinz Lapponia Immandrae liegt gänzlich innerhalb der Waldregion, mit Ausnahme der grossen Gebirge, die in die alpine Region ragen. Hier ist das alpine und ark-

tische Florenelement sehr verbreitet: *Dryas octopetala Cassiope tetragona, C. hypnoides, Sibbaldia procumbens, Diapensia lapponica, Salix rotundifolia, Salix herbacea, Alchemilla alpina* und viele andere (Siehe Umptek, Tuadasch, Tschyn Tundra Lujawr Urt). In den Niederungen herrschen Wälder und Moore vor, das südliche und südwestliche Florenelement ist besonders bei Kandalax und südwestlich von Imandra See verbreitet, wie aus den Pflanzenverzeichnissen bei den betreffenden Orten zu sehen sit. Das Pinetum callunosum in Umba (Nr. 761) ist einer der nördlichsten Vorposten der im Süden so verbreiteten Kiefernwälder mit Heidekraut, es ist das einzige Beispiel, das mir in der ganzen Kola Lappmark begegnet ist. Kiefern und Fichtenwälder wechseln hier ab, aber eine Gesetzmässigkeit lässt sich darin nicht feststellen, es sind offenbar edaphisch Gründe, die den Ausschlag geben.

Literatūros apžvalga.

Literaturverzeichnis.

Baer, C. E. von. Expédition à Novaïa Zemlia et en Laponie. Bull. Scient. publié par l'Acad. Impér. des Sciences de St. Pétersbourg I, II. 1837.

Borg, V. Bericht über die geographischen Resultate einer Forschungsreise in den Grenzgegenden von Finnisch- und Russisch Lappland. Fennia 20. 1902 — 03.

Borg, V. Beiträge zur Kenntnis der Flora und Vegetation der Finnischen Fjelde (alpinen und subalpinen Gebirge). I Mit einer Karte. Acta Societatis pro Fauna et Flora Fennica. 27. 1904.

Brenner. Th. Meddelande. Fennia 38. 1915. pag. 15.

Brotherus V. F. Några exkursioner omkring Ponoj. Bot. Not. 1873.

Brotherus V. F. Botanische Wanderungen auf der Halbinsel Kola. — Bot. Centralblatt 26. 1886.

Фаасъ, В. Лѣса Нотозерскаго бассейна. Лѣсопромышленный Вѣстникъ 1901. Nr. 11, 12, 13.

Fellmann, N. J. Plantae vasculares in Lapponia orientali sponte nascentes. Not. ur Sällsk pro Fauna et Flora Fennica. Förhandlingar 8.

Ферсман, А. Е. Хибинскій Массив. Москва 1923.

Kihlman A. O. Bericht einer naturwissenschaftlichen Reise durch Russisch-Lappland im Jahre 1889. Fennia III. 1890.

Kihlman, A. O. Pflanzenbiologische Studien aus Russisch Lappland. Acta pro Fauna et Flora Fennica 6. 1890

Kihlman, A. O. Ueber die Vegetationsverhältnisse der Hochgebirge Umptek und Lujaur Urt. Förhandlingar vid Nordiska Naturforskare — och läkaremötet. Helsingfors. 1903.

Kihlman, A. und Palmén J. Die Expedition nach der Halbinsel Kola im Jahre 1887. Fennia 3. 1890.

Knabe, C. A. Pflanzenvegetationsbilder aus Russisch-Lappland. Bot. Centralblatt 1881.

Кудрявцевъ, В. К. Кольскій полуостровъ; физико-географическій очеркъ. Тр. С.П.Б. Общ. Ест. XII. 1882.

Кудрявцевъ, В. К. Орографическій характеръ Кольскаго полуострова. Тр. С. П. Б. Общ. Ест. XIV. 1883.

Levander, K. M. Zur Kenntnis des Planktons einiger Binnenseen in Russisch-Lappland. Festschrift Herrn Prof. Dr. J. A. Palmén zu seinem 60. Geburtstag gewidmet. Bd. 1. Helsingfors 1905.

Lindén, John. Beiträge zur Kenntnis des westlichen Teiles des russischen Lapplands. Fennia G. 1894.

Middendorff, A. F. V. Bericht über einen Abstecher durch das Innere von Lappland während der Sommerexpedition im Jahre 1840. Beitr. Kenntnis des russ. Reiches. Bd. VIII. 1845.

— Einige Geleitzeilen zu dem beifolgenden Entwurfe des Weges zwischen Kola und Kandalakscha. Bull. Classe phys.-math. Acad. Imp. Sciences de St. Pétersbourg. T. XI.

— Bericht über die ornithologischen Ergebnisse der Naturhistorischen Reise in Lappland während des Sommer 1840. Beiträge zur Kenntnis des Russischen Reiches. VIII 1843.

Montell, J. Gagea lutea (L.) Ker och Anemone nemorosa (L.) från Kola halfön (Ponoj.). Medd. Soc. pro fauna et flora Fennica. 29. 1902.

Nylander, F. Bref till prof. E. Fries om rysska Lappmarkens flora. Bot. Not. 1842. 1844.

Petrelius A. Über die kartographischen Arbeiten der Expedition von Jahre 1891 nach der Halbinsel Kola. Fennia 8. 1892.

Поле, Р. Предварительный отчетъ о путешествіи въ Озерную Область Архангельской губ. Изв. Имп. С.П.Б. Ботан. Сада XII. 1912.

Попов, Б. А. Объ Экспедиціи 1901 на Кольскій полуостровъ, для изслѣдованія пространства между озерами Ното и Имандра. Зап. Имп. Минерал. Общ. 40. II.

Rabot, Ch. Explorations dans la Lapponie russe on presque' ile de Kola. Bull. Soc., de Géogr. X. 1889.

Regel. K. Zur Kenntnis des Baumwuchses an der polaren Waldgrenze. Sitzungsber. Naturf. Gesellschaft Dorpat. Band XXIV (1915.) 1921.

Regel, K. Die Lebensformen der Holzgewächse an der polaren Wald- und Baumgrenze. Sitzungsbericht Naturf. Ges. Dorpat. XXVIII. 1921.

Regel, K. Zur Flora der Halbinsel Kola. Medd. af. Soc. pro Fauna et Flora Fenn. 48. 1921 — 1922.

Regel, C. Assoziationen und Assoziationskomplexe der Kola Lappmark. Englers Jahrbücher. 1923.

Regel, K. Kolos pusiausalio augmeninė danga. Lapponia Varsugae. — Die Pflanzendecke der Halbinsel Kola. Lapponia Varsugae. Lietuvos Universiteto Matematikos-Gamtos Fakulteto darbai. — Mémoires de la Faculté des Scienees de L'Universit de Lithuanie. (1922). 1923.

Ramsay, W. Kurzer Bericht über die Expedition nach der Tundra Umptek auf der Halbinsel Kola. Fennia V N 7. 1892.

Ramsay und Hackmann. Das Nephelinsyenitgebiet auf der Halbinsel Kola. I. Fennia. N 2. 1894. II, Fennia 15.

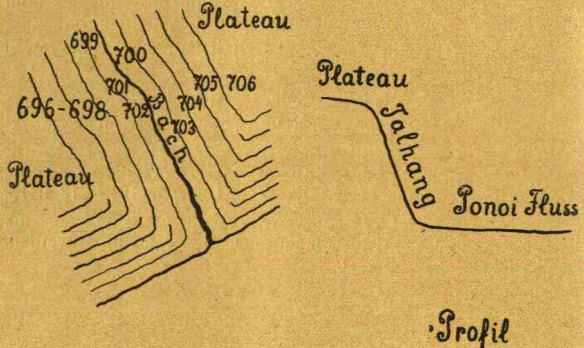
Saelan, Th., Kihlman, A. O., Hjelt, Hj. Herbarium Musei fennici I. Helsingfors 1889.

Saar W. Die Halbinsel Kola. Greifswald 1923.

Simmons, H. Floran och Vegetationen i Kiruna. Stockholm 1910.

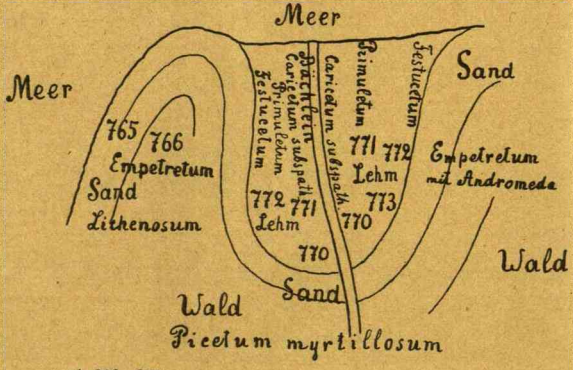
Визе, В. Изъ путевыхъ замѣтокъ по рѣкѣ Ум бѣ. Изв. Арханг. Общ. Изуч. Русскаго Сѣвера. 1912. 12 и 15.

Савич Н. М., Луга Кольскаго полу острова Изв. Географ. Института вып. 6. 1926 konnte nicht mehr benutzt werden.



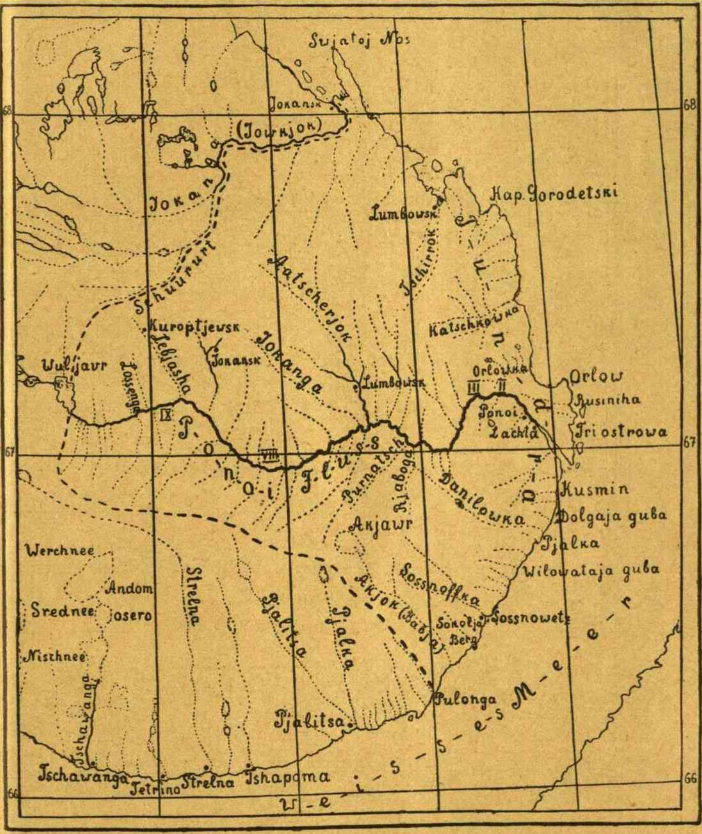
pusl. 273
pieš. 6

Seite 273
Fig. 6



pusl. 306—307
pieš. 7

Seite 306—307
Fig. 7

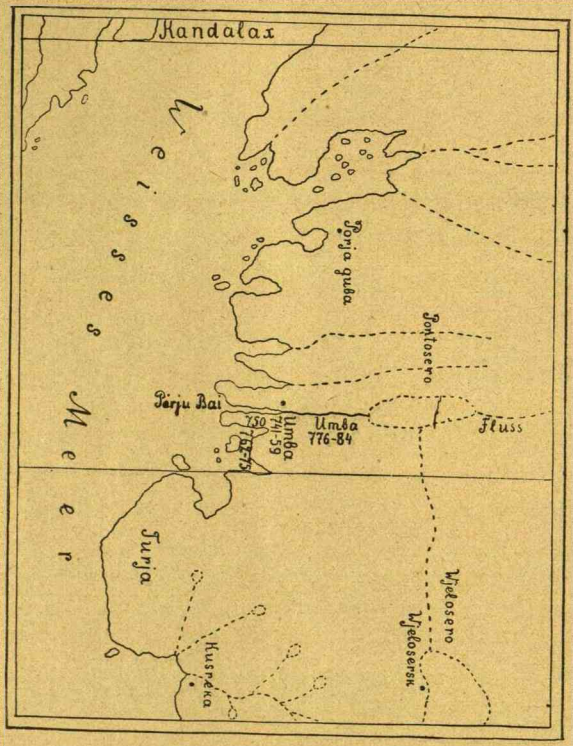


ŽEMLAPIS I — KARTE I.

Lapponia ponojensis.

– – – – – ženklina provincijos Lapponia ponojensis ribas. Romėnų skaitmenys ženklina G dalies skyrius (Ponojaus upė nuo kaimo iki Wuljawro ežero).

– – – – – bezeichnet die Grenze der Provinz Lapponia ponojemis. Die römischen Ziffern bezeichnen die Kapitel der Abteilung G im Tekste (der Fluss Ponoi vom Dorfe bis zum Wuljawr).

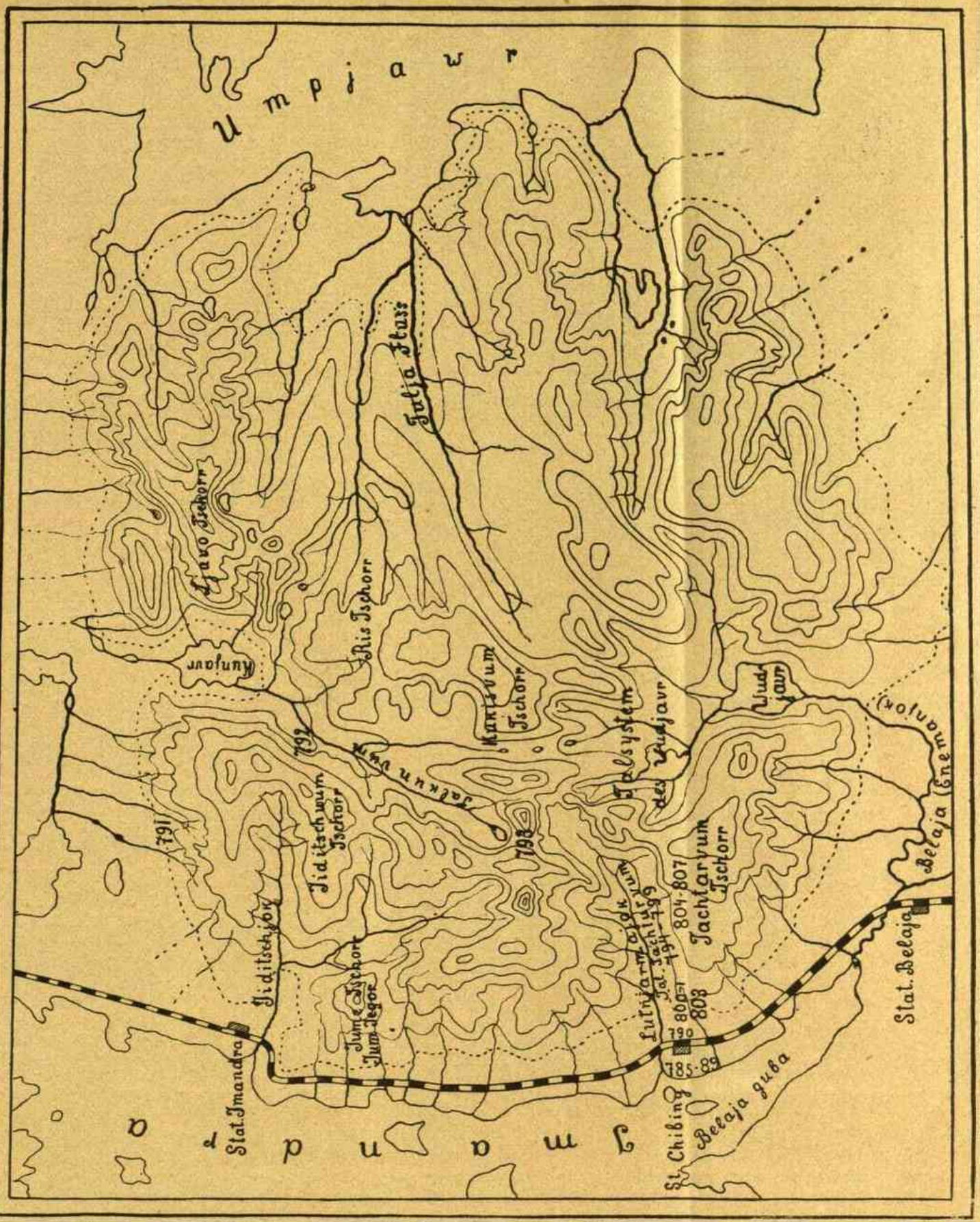


ŽEMLAPIS II — KARTE II.

Umba.

NN ženklina Asociacijų numerius tekste.

Die Nr. Nr. entsprechen den Nr. Nr. der Assoziationen im Texte.



ŽEMLAPIS III — KARTE III.

Umtek (sulig *Ferman* — nach *Fermann*).

Skaitmenys ženklina asociacijų NN. — Die Ziffern auf der Karte entsprechen den Assoziationen im Texte.

Stjepan Mohorovičić
(Zagreb, Jugoslawien).

Ueber die Möglichkeit der Erweiterung der speziellen und der allgemeinen Relativitätstheorie.

(Vorgelegt von Prof. *V. Čepinskis*).

Einleitung. Um den bekannten *Michelson*'schen Interferometerversuch zu erklären, ist es möglich unendlich viele Theorien aufzustellen. *E. Riecke* [1]) war der erste, welcher dies gezeigt hatte, und etwas später zeigte ich [2]), dass es möglich ist, unendlich viele spezielle Relativitätstheorien im *Lorentz*'schen Sinne aufzustellen und auszuarbeiten. Zu ähnlichem Rezultate kam etwas später und unabhängig von mir *Fr. Adler* [3]). Unlängst gab ich [4]) einen strengen mathematischen Beweis für die *Gehrcke-Palagyi*'sche Erkenntnis [5]), dass in der *Einstein*'schen Relativitätstheorie jeder Beobachter seine eigene Welt besitzt, d. h. einen anderen Punkt im Raume fixiert und somit wurde ich wieder auf die bekannte *Ed. Guillaume*'sche Theorie geführt, dass nämlich die Lichtwellenfläche für den bewegten Beobachter *nur formell* eine Kugel, in Wirklichkeit aber ein Rotationsellipsoid ist. Es ist aber leicht, zu zeigen, dass es möglich ist, unendlich viele s p e z i e l l e n und a l l g e m e i n e n Relativitätstheorien auch im *Einstein*'schen Sinne aufzustellen [6]), was bis jetzt öfters verneint wurde. Hier wollen wir dafür Beweise leisten und zwar zuerst für die spezielle und dann für die allgemeine Relativitätstheorie.

---

[1]) *E. Riecke:* Zur Theorie des Interferenzversuches von Michelson. Götting. Nachr. 1911, H. 3.

[2]) *S. Mohorovičić:* Über die räumliche und zeitliche Translation. I. u. II. Bulletin d. südslaw. Akad. d. Wiss. u. K., H. 6—7 u. 9—10, Zagreb 1916—7 u. 1918.

[3]) *Fr. Adler:* Ortszeit - Systemzeit - Zonenzeit u. das ausgezeichnete Bezugssystem der Elektrodynamik. Wien 1920.

[4]) *S. Mohorovičić:* Zur Kritik der speziellen Relativitätstheorie. Stzb. d Debrecener Gelehr. Gesell d. Wiss. 1925 (im Druck).

[5]) Vgl. z. B. *S. Mohorovičić*: Die Einsteinsche Relativitätstheorie und ihr mathematischer, physikalischer u. philosophischer Charakter. Berlin 1923.

[6]) Darauf haben aufmerksam gemacht *S. Mohorovičić, H. Dingler, G. v. Gleich* u. *P. Painlevé*, später auch andere. — Eine sehr ausführliche Literatur befindet sich in meinem Buch (siehe Anmerkung 5) mit Zusätzen geordnet.

I.

1. Wir wollen hier die Frage beantworten, ob sich allgemeine lineare Transformationen der Masszahlen von Raum und Zeit finden lassen, welche den bekannten Bedingungen der Relativität der mechanischen und der optischen Erscheinungen Genüge leisten. Dabei stellen wir noch eine Bedingung auf, dass nämlich bei dem Übergang von dem ersten Koordinatensystem, durch das zweite auf das dritte, keine Ähnlichkeitssubstitutionen einzuführen nötig sei[7]). Falls die x — und x'— Achse der beiden Koordinatensysteme S (x, y, z, t) und S' (x', y', z', t') zusammenfallen, dann können solche Transformationen nur folgende Form haben[8]):

$$(1) \qquad \begin{cases} x = a\,x' + b\,t', & y = y', \\ t = e\,t' + d\,x', & z = z', \end{cases}$$

da y und z von der Zeit unabhängig sein müssen und, da wegen der Bedingung der Relativität auch folgende Umkehrung bestehen soll:

$$(2) \qquad \begin{cases} x' = m\,x + n\,t, & y' = y, \\ t' = p\,t + r\,x, & z' = z, \end{cases}$$

Setzen wir (2) in (1) ein, so erhalten wir:

$$(3) \qquad \begin{cases} x = (a\,m + b\,r)\,x + (a\,n + b\,p)\,t, \\ t = (e\,p + d\,n)\,t + (e\,r + d\,m)\,x, \end{cases}$$

und daraus folgende Bedingungsgleichungen:

$$(4)_{1,2} \qquad \begin{cases} a\,m + b\,r = 1 \\ e\,p + d\,n = 1 \end{cases}$$

$$(5)_{1,2} \qquad \begin{cases} a\,n + b\,p = 0 \\ e\,r + d\,m = 0. \end{cases}$$

Doch müssen die Transformationsgleichungen (1) und (2) noch die Kugelwelle

$$(6)_1 \qquad x^2 + y^2 + z^2 = c^2\,t^2$$

kovariant lassen, d. h. es wird bekanntlich auch

$$(6)_2 \qquad x'^2 + y'^2 + z'^2 = c^2\,t'^2.$$

Setzen wir also (1) in (6) ein, so erhalten wir nach Quadrierung:

$$(7) \quad a^2\,x'^2 + 2\,a\,b\,x'\,t' + b^2\,t'^2 + y'^2 + z'^2 = c^2\,(e^2\,t'^2 + 2\,e\,d\,x'\,t' + d^2\,x'^2)$$

---

[7]) Wie ich früher dies gemacht habe. Siehe Anmerkung 2).

[8]) In meiner Debrecener Arbeit habe ich nicht eine so allgemeine Ableitung der neuen Transformationsgleichungen gegeben. Auch habe ich dort nicht alle möglichen Konsequenzen betrachtet und durchgeführt.

und daraus sofort folgende drei Bedingungen:

$$(8)_{1,2,3} \qquad \begin{cases} a^2 - c^2 d^2 = 1 \\ 2ab - 2edc^2 = 0 \\ c^2 e^2 - b^2 = c^2. \end{cases}$$

Aus $(8)_{1,2}$ folgt:

$$(9)_1 \qquad b = \frac{edc^2}{a} = \frac{ec}{a}\sqrt{a^2 - 1}$$

und aus $(8)_3$:

$$(9)_2 \qquad b = c\sqrt{e^2 - 1}.$$

Aus $(9)_{1,2}$ erhält man sofort:

$$(10) \qquad a = e\ ,$$

wo wir nur die positiven Vorzeichen beibehalten haben. Setzen wir (10) in $(8)_{1,3}$ ein, so folgt unmittelbar

$$(11) \qquad d = \frac{b}{c^2}$$

und aus (11) und $(8)_1$ die sehr wichtige Relation:

$$(12) \qquad a = \sqrt{1 + \frac{b^2}{c^2}}$$

Unsere Bedingungsgleichungen $(4)_1$ und $(5)_2$ werden jetzt folgende Form annehmen:

$$(13)_{1,2} \qquad \begin{cases} \sqrt{1 + \frac{b^2}{c^2}} \cdot m + br = 1 \\ \frac{b}{c^2} \cdot m + \sqrt{1 + \frac{b^2}{c^2}} \cdot r = 0 \end{cases}$$

und daraus erhält man:

$$(14) \qquad m = \sqrt{1 + \frac{b^2}{c^2}}$$

$$(15) \qquad r = -\frac{b}{c^2}$$

Ebenso werden die Bedingungsgleichungen $(4)_2$ und $(5)_1$ folgende Form annehmen:

$$16)_{1,2} \quad \sqrt{1+\frac{b^2}{c^2}}\,.\,p+\frac{b}{c^2}\,.\,n=1,\quad b\,.\,p+\sqrt{1+\frac{b^2}{c^2}}\,.\,n=0$$

und daraus:

$$(17) \qquad p=\sqrt{1+\frac{b^2}{c^2}}$$

$$(18) \qquad n=-b$$

Die allgemeinen Transformationen (1) und (2) werden jetzt endlich folgende Form erhalten:

$$(19) \quad \begin{cases} x=x'.\sqrt{1+\dfrac{b^2}{c^2}}+b.t' & , \quad y=y', \\ t=t'.\sqrt{1+\dfrac{b^2}{c^2}}+\dfrac{b}{c^2}x' & , \quad z=z', \end{cases}$$

wo c natürlich die Lichtgeschwindigkeit im Vakuum (eine universelle Konstante) bedeutet. Die Umkehrung lautet:

$$(20) \quad \begin{cases} x'=x.\sqrt{1+\dfrac{b^2}{c^2}}-b.t & , \quad y'=y, \\ t'=t.\sqrt{1+\dfrac{b^2}{c^2}}-\dfrac{b}{c^2}\cdot x & , \quad z'=z. \end{cases}$$

2. Um zu zeigen, dass die neuen Transformationsgleichungen eine *Kovariante* Gruppe bilden, werden wir ein drittes Koordinatensystem S'' (x'', y'', z'', t'') betrachten, welches mit S' mit folgenden Gleichungen verbunden ist:

$$(21) \quad \begin{cases} x'=x''.\sqrt{1+\dfrac{b_1^2}{c^2}}+b_1.t'' & , \quad y'=y'', \\ t'=t''.\sqrt{1+\dfrac{b_1^2}{c^2}}+\dfrac{b_1}{c^2}\cdot x'' & , \quad z'=z'', \end{cases}$$

und suchen wir, durch welche Transformationsgleichungen S'' und S verbunden sind. Aus (19) und (21) folgt unmittelbar:

$$
(22)\quad \begin{cases} x = x''.\left(\sqrt{1+\frac{b^2}{c^2}}\cdot\sqrt{1+\frac{b_1^2}{c^2}}+\frac{bb_1}{c^2}\right)+ \\ \quad +\left(b_1.\sqrt{1+\frac{b^2}{c^2}}+b.\sqrt{1+\frac{b_1^2}{c^2}}\right).t'', \\ y = y'', \qquad z = z'', \\ t = t''.\left(\sqrt{1+\frac{b^2}{c^2}}\cdot\sqrt{1+\frac{b_1^2}{c^2}}+\frac{bb_1}{c^2}\right)+ \\ \quad +\left(b_1.\sqrt{1+\frac{b^2}{c^2}}+b.\sqrt{1+\frac{b_1^2}{c^2}}\right).\frac{x''}{c^2}. \end{cases}
$$

Setzen wir hier:

$$
(23)\qquad b_o = b_1.\sqrt{1+\frac{b^2}{c^2}}+b.\sqrt{1+\frac{b_1^2}{c^2}}
$$

so wird[9]):

$$
(24)\qquad \sqrt{1+\frac{b^2}{c^2}}\cdot\sqrt{1+\frac{b_1^2}{c^2}}+\frac{bb_1}{c^2}=\sqrt{1+\frac{b_o^2}{c^2}},
$$

und (22) wird folgende Form annehmen:

$$
(26)\quad \begin{cases} x = x''.\sqrt{1+\frac{b_o^2}{c^2}}+b_o.t'', & y = y'' \\ t = t''.\sqrt{1+\frac{b_o^2}{c^2}}+\frac{b_o}{c^2}\cdot x'', & z = z'' \end{cases}
$$

womit unsere Behauptung bewiesen ist.

---

[9]) Die beiden Gleichungen (23) und (24) führen nämlich durch Quadrierung zu derselben Relation:

$$
b^2+b_1^2+2\frac{b^2b_1^2}{c^2}+2bb_1\cdot\sqrt{1+\frac{b^2}{c^2}}\cdot\sqrt{1+\frac{b_1^2}{c^2}}=b_o^2\cdot \qquad (25)
$$

3. Es entsteht natürlich vom selbst die Frage, wie wir die noch unbestimmte Grösse b ermitteln können. Bis jetzt hat man bei den ähnlichen Ableitungen der *Lorentz*-Transformationen immer willkürliche Voraussetzungen gemacht, um eben das gewünschte Resultat zu erhalten. Eine solche willkürliche Voraussetzung wäre, dass die Grösse b eine Konstante sei, welche *nur* von der Translationsgeschwindigkeit v längs der x-Achse abhängig sein könne. Es wird nämlich in diesem Spezialfalle für $x' = x'_0$ (const.) unmittelbar:

$$\frac{dx}{dt} = \frac{b}{\sqrt{1 + \frac{b^2}{c^2}}} = v \tag{27}$$

und daraus

$$b = \frac{v}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \tag{28}$$

d. h. unsere Transformationsgleichungen (19), bzw. (20), werden die bekannte *Lorenz*'sche Form annehmen.

Dies ist aber nur ein ganz spezieller Fall — *eine reine Hypothese!*

Es wird allgemein b auch eine Funktion von x' und t' sein, und wir erhalten für $x' = x'_0$ (const.) sofort:

$$\left.\begin{aligned} dx &= x'_0 \cdot d\left(\sqrt{1 + \frac{b_0^2}{c^2}}\right) + b_0 \cdot dt' + t' \cdot db_0 \\ dt &= t' \cdot d\left(\sqrt{1 + \frac{b_0^2}{c^2}}\right) + \sqrt{1 + \frac{b_0^2}{c^2}} \cdot dt' + \frac{x'_0}{c^2}\, db \end{aligned}\right| \tag{29}$$

wo hier bedeutet: [10])

$$b_0 = b\,(v_0, x', t', \ldots)\Big|_{x' = x'_0}, \tag{30}$$

wo

$$v_0 = v\,(x', t', \ldots)\Big|_{x' = x'_0}. \tag{31}$$

[10]) Es ist auch der ganz allgemeinste Fall möglich, wo b nich nur von der Translationsgeschwindigkeit $v(x', t', \ldots)$ und von x' und t' abhängig ist, sondern auch von der Masse m und von der elektrischen Ladung usw. des bewegenden Körpers. Ja, wir können noch weiter gehen und annehmen, dass in der Welt jedes b auch von anderen Massen und ihren Ladungen usw., sowie von ihren Entfernungen r abhängig sei. *Dies wäre ein Ansatz für eine neue allgemeine Relativitätstheorie, welche nicht nur die Gravitationserscheinungen, sondern auch alle anderen Erscheinungen umfassen würde.*

Aus (29) folgt sofort:

$$(32)\quad \left.\frac{dx}{dt}\right|_{x'=x'_0} = \frac{x'_0 \cdot \frac{d}{dt'}\sqrt{1+\frac{b_0^2}{c^2}} + b_0 + t' \cdot \frac{db_0}{dt'}}{\frac{x'_0}{c^2}\frac{db_0}{dt'} + \sqrt{1+\frac{b_0^2}{c^2}} + t' \cdot \frac{d}{dt'}\sqrt{1+\frac{b_0^2}{c^2}}} = v_0$$

oder: [11])

$$(32a)\quad \left.\frac{dx}{dt}\right|_{x'=x'_0} = \frac{\frac{1}{c^2}\left(x'_0 \cdot \frac{b_0}{\sqrt{1+\frac{b_0^2}{c^2}}} + c^2 t'\right)\frac{db_0}{dt'} + b_0}{\frac{1}{c^2}\left(x'_0 + t' \frac{b_0}{\sqrt{1+\frac{b_0^2}{c^2}}}\right)\frac{db_0}{dt'} + \sqrt{1+\frac{b_0^2}{c^2}}} = v_0$$

und daraus:

$$(32b)\quad \left[\frac{x'_0}{c^2}\left(\frac{b_0}{\sqrt{1+\frac{b_0^2}{c^2}}} - v_0\right) + t'\left(1 - \frac{v_0}{c^2}\frac{b_0}{\sqrt{1+\frac{b_0^2}{c^2}}}\right)\right] \cdot \frac{db_0}{dt'} +$$

$$+ \left(b_0 - v_0\sqrt{1+\frac{b_0^2}{c^2}}\right) = 0.$$

Aus dieser Differentialgleichung sieht man, dass b_0 als Funktion von v_0, x'_0 und t' bestimmbar sei. Jedoch können wir aus (32b) die Funktion b nicht bestimmen, dazu wäre eine andere Rechnung notwendig; übrigens ist die Funktion b vollkommen willkürlich.

4. Es entsteht jetzt eine äusserst wichtige Frage, welche Bedingungen b_0 genügen soll, falls die Translationsgeschwindigkeit v_0 unabhängig von t' sein muss. Wir sehen sofort, dass diese Bedingung in der Differentialgleichung (32b) enthalten ist.

---

[11]) Hier haben wir die Lichtgeschwindigkeit c konstant gehalten, obwohl in dem allgemeinsten Falle dies nicht der Fall sein wird; dann wird natürlich die Relation (32a) nicht bestehen können, sondern nur die Relationen (44) und (45). Hier halten wir die Lichtgeschwindigkeit c deshalb konstant, um eine Erweiterung der speziellen Relativitätstheorie zu zeigen.

Wir werden hier die Rechnung nur für den Anfangspunkt der Koordinaten durchführen, d. h. für $x' = 0$. Die Differentialgleichung (32b) reduziert sich auf:

$$(33)\qquad \frac{1 - \frac{\bar{v}_*}{c^2}\,\frac{b_*}{\sqrt{1+\frac{b_*^2}{c^2}}}}{b_* - \bar{v}_*\sqrt{1+\frac{b_*^2}{c^2}}}\,db_* + \frac{dt'}{t'} = 0,$$

wo:

$$(34)_{1,2}\qquad \begin{cases} b_* = b\,(v, x', t', \ldots)\Big|_{x'=0}, \\ \bar{v}_* = v\,(x', \ldots)\Big|_{x'=0} = \text{const.} \end{cases}$$

Aus (33) erhält man durch Integration:

$$(35)\qquad K - \ln t' = \ln\left(b_* - \bar{v}_*\sqrt{1+\frac{b_*^2}{c^2}}\right);$$

setzen wir

$$(36)\qquad e^K = K\ (\text{const.}),$$

so erhalten wir

$$(37)\qquad \frac{K}{t'} = b_* - \bar{v}_*\sqrt{1+\frac{b_*^2}{c^2}}$$

und daraus:

$$(38)\qquad b_* = \frac{\frac{K}{t'} \pm \bar{v}_*\sqrt{\left(1-\frac{\bar{v}_*^2}{c^2}\right)+\frac{K^2}{c^2\,t'^2}}}{1-\frac{\bar{v}_*^2}{c^2}}.$$

Physikalisch ist wegen der Relation $(6)_1$ und $(6)_2$ besonders der Fall wichtig, wo für $x' = o$, $t' = o$ auch $x = o$ und $t = o$ ist. Dieser Bedingung wird nur dann Genüge geleistet, wenn

$$(39)\qquad K = o$$

sein wird, und aus (38) folgt unmittelbar

$$(40)\qquad b_* = \frac{\bar{v}_*}{\sqrt{1-\frac{\bar{v}_*^2}{c^2}}};$$

diese Relation (40) hat mit der Relation (28) identische Form, aber eine andere Bedeutung, da hier b nicht eine Konstante, sondern eine Funktion ist, von welcher wir nur einen speziellen Wert b_* ermittelt haben.

Dieser Fall ist deshalb sehr wichtig, da man für die Aenderung der Masse folgende Relation erhält: [12]).

$$m = m_* \sqrt{1 + \frac{b_*^2}{c^2}}, \tag{41}$$

wo m_* die „Ruhmasse" bedeutet. Aus (40) und (41) folgt dann die bekannte *Lorentz*'sche Formel: [13]).

$$m = \frac{m_*}{\sqrt{1 - \frac{\vec{v}_*^2}{c^2}}} \tag{43}$$

Es wäre aber ganz falsch zu behaupten, die *Lorentz*'sche Formel beweise die *Einstein*'sche spezielle Relativitätstheorie, worauf auch unlängst ausdrücklich *A. H. Bucherer* aufmerksam gemacht hatte [14]).

5. Es ist hier noch unsere Absicht für den allgemeinen Fall das Additionsgesetz der Geschwindigkeiten abzuleiten. Es wird:

$$\frac{dx}{dt} = \frac{\sqrt{1 + \frac{b^2}{c^2}}\cdot dx' + x'.\,d\sqrt{1 + \frac{b^2}{c^2}} + b.\,dt' + t'.\,db}{\sqrt{1 + \frac{b^2}{c^2}}\cdot dt' + t'.\,d\sqrt{1 + \frac{b^2}{c^2}} + \frac{b}{c^2}\cdot dx' + \frac{x'}{c^2}\cdot db} \tag{44}$$

---

[12]) Es ist noch sehr wichtig zu betonen, das wir in diesem Falle auch die sehr wichtige Relation für den Zusammenhang zwischen der Masse m und Energie E erhalten

$$E = m c^2 \quad (42)$$

[13]) In meiner Debrecener Arbeit habe ich auch andere Formel betrachtet, jedoch sind jetzt alle dort erwähnte Formel gegendstandlos, da die *Lorentz*'sche Formel durch Experiment am besten bestätigt sei.

[14]) *A. H. Bucherer:* Repley to Mr. U. Doi's „New Discussion of Bucherer's Experiment". Phil. Mag. (6) *50*, p. 551—552; 1925, Nr. 297. Hier sagt er ausdrücklich (S. 552): „It may not be superfluous to state that today the confirmation of the Lorentz formula can no longer be adduced as proving the Einsteinian theory of relativity. As Mr. P. Lenard has shown, this mass formula results from a very simple application of mechanics".

oder nach einer kleinen Umrechnung (für c = const.):

$$(45)\quad \frac{dx}{dt} = \frac{\frac{dx'}{dt'}\sqrt{1+\frac{b^2}{c^2}}+\frac{1}{c^2}\left(x'\frac{b}{\sqrt{1+\frac{b^2}{c^2}}}+c^2t'^2\right)\frac{db}{dt'}+b}{\frac{b}{c^2}\frac{dx'}{dt'}+\frac{1}{c^2}\left(x'+t'\frac{b}{\sqrt{1+\frac{b^2}{c^2}}}\right)\frac{db}{dt'}+\sqrt{1+\frac{b^2}{c^2}}}$$

Wenn wir uns hier der Relation (32a) erinnern und wenn wir setzen:

$$(46)_{1,2}\qquad \frac{dx}{dt} = w, \qquad \frac{dx'}{dt'} = u,$$

so erhalten wir unmittelbar das Additionsgesetz des Geschwindigkeiten:

$$(47)\quad w = \frac{u\cdot\frac{\sqrt{1+\frac{b^2}{c^2}}}{\frac{1}{c^2}\left(x'+t'\frac{b}{\sqrt{1+\frac{b^2}{c^2}}}\right)\frac{db}{dt'}+\sqrt{1+\frac{b^2}{c^2}}}+v}{1+\frac{u}{c^2}\cdot\frac{b}{\frac{1}{c^2}\left(x'+t'\frac{b}{\sqrt{1+\frac{b^2}{c^2}}}\right)\frac{db}{dt'}+\sqrt{1+\frac{b^2}{c^2}}}}.$$

Für den Fall, das die Funktion b unabhängig von t'sei, d. h. $\frac{db}{dt'} = o$, erhalten wir das bekannte *Poincaré*'sche Additionsgesetz:

$$(48)\qquad w = \frac{u+v}{1+\frac{uv}{c^2}},$$

obwohl unsere Transformationsgleichungen (19) und (20) gültig sind nicht nur für eine gleichförmige, sondern auch für eine quasi-gleichförmige Translation.

6. Es wäre selbstverständlich möglich für b verschiedene Voraussetzungen su treffen, *welche alle notwendig ganz hypothetisch-willkürlicher Natur sind.* Zwischen so gewonnenen Theo-

rien werden sicher viele existieren, welche scheinbar der physischen Wirklichkeit näher kommen, als die bekannte *Lorentz*'sche Transformation, welche nur eine spezielle mathematische Denkmöglichkeit ist. Dabei müssen wir ausdrücklich darauf aufmerksam machen, dass, wenn keine Vorgänger da wären, ein Mathematiker „in freier Phantasie" vielleicht eine andere von diesen Theorien entdecken würde, natürlich unter der Voraussetzung[15]): „dass am Ende die Naturerscheinungen tatsächlich eine Invarianz nicht bei der Gruppe G_∞, sondern vielmehr bei einer Gruppe G_c mit bestimmten endlichen, nur in den gewöhnlichen Masseinheiten *äusserst grossen* c besitzen". Wir haben aber hier mathematisch streng bewiesen, dass es möglich ist, unendlich viele nichtnewtonschen Physiken aufzustellen und zu entwickeln, was vom erkenntnis-theoretischen Standpunkte von grundlegender Bedeutung ist, *ohne Rücksicht darauf, ob eine solche spezielle Relativitätstheorie in der physischen Wirklichkeit besteht oder nicht.* Somit haben wir für die Physik dasselbe gezeigt, was seinerzeit *Lobatschefski*, *Bolyai* (jun.) und *Riemann* für die Geometrie geleistet haben.

1. Nachdem wir bewiesen haben, dass unendlich viele speziellen Relativitätstheorien existieren, so ist es klar, dass auch unendlich viele allgemeinen Relativitätstheorien bestehen müssen. Ausserdem wird man sehen, dass in der allgemeinen Theorie noch weitere Verallgemeinerungen möglich sind, d. h. es werden neue Konstanten auftreten, deren Wert aus der Theorie selbst nicht ermittelbar ist. Setzen wir nämlich allgemein[16]) für die Koeffizienten g_{ik} des vierdimensionalen Linienelementes

$$ds = \left(\sum_{ik} g_{ik}\, dx_i\, dx_k \right)^{1/2} \tag{49}$$

[15]) *H. Minkovski*: Raum und Zeit. (Vortrag, gehalten auf d. 80. Naturforscher-Versamml. zu Köln am 21. Sept. 1908.) Physik. ZS. *10*, 1909, auch separat bei *B.* G. Teubner, Leipzig—Berlin 1909, S. 4. — Man könnte alle solche Theorien nur als Näherungstheorien auffassen (vgl. *A. Fasching:* Das wissenschaftliche Kriterium zur Beurteilung des menschlichen Fortschrittes auf allen Gebieten heisst „allgemeine Theorie der Näherungen". Resultate naturwissenschaftlich-philosophischer Untersuchungen. Zagreb 1923); in diesem Falle wäre es aber notwendig auf jede philosophische Interpretation zu verzichten. Dabei dürfen wir nicht vergessen, dass jede solche Theorie uns zu neuen, ausserordentlich kleinen Effekten führt, ohne dass wir wissen, ob derartige Effekte überhaupt existieren.

[16]) Wir betrachten hier nur ein ebenso zentro-symmetrisches Feld. *Schwarzschild, Einstein, de Sitter* u. a. haben immer ganz spezielle Werte für g_{ik} gewählt, meistens um gewünschte Effekte zu „erklären". Unsere Werte hier sind viel allgemeiner; den ersten Ansatz dafür haben *P. Painlevé* (La mécanique classique et la théorie de la relativité. Compt Rend. *173*, 677—680; Paris 1921) und *G. v. Gleich* (Die relativistische Perihelstörung. Astron. Nachr. *222*, 49—58; 1924; Nr. 5308) gegeben. Siehe auch meine Polemik mit Hrn. *K. Bollert* in Zeitschr. f. Physik, 1922 bis 1923

folgende Werte ein:

$$(50)\quad \begin{cases} g_{11} = -(\lambda + l x_1^2) & g_{22} = -(\lambda + l x_2^2) \\ g_{33} = -\lambda & g_{12} = g_{21} = -l x_1 x_2 \\ g_{44} = -(1 + q_1 \rho + q_2 \rho^2) & g_{14} = g_{24} = g_{24} = 0 \end{cases}$$

wo

$$(51)\quad \begin{cases} \lambda = 1 + h\rho + \ldots & l = \frac{j}{r^2} \cdot \rho\,(1 + \ldots) \\ \rho = \frac{\alpha}{r} & \alpha = \frac{2KM}{c_0^2} \qquad x_3 = 0 \\ q_1 = -(1 + h_1) & x_4 = c\,t.\sqrt{-1} \end{cases}$$

Ich habe schon früher gezeigt[17]), dass hier nur drei verschiedene Fälle möglich sind, und zwar:

$$(52)_{1,2,3}\quad h_1 = 0 + \cdot\cdot\cdot\,,\ h_1 = -1 + \cdot\cdot\,,\ h_1 = -2 + \cdot\cdot\cdot\cdot\cdot$$

Der erste Fall $(52)_1$ gilt für die *positive* (schwerige oder barische) Materie; der zweite Fall $(52)_2$ gilt für die *neutrale* (unschwerige oder abarische) Materie, und der dritte Fall $(52)_3$ für die negative (gegenschwerige oder antibarische) Materie[18]).

2. Aus der bekannten Gleichung

$$(53)\quad c = \sqrt{\frac{g_{44}}{g_{22}}}$$

erhält man die Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Lichtes für die radiale und transversale Richtung[19]:

$$(54)\quad c_r = c_0 \left[1 - (1 + h + h_1 + j)\frac{KM}{rc_0^2}\right]$$

$$(55)\quad c_t = c_0 \left[1 - (1 + h + h_1)\frac{KM}{rc_0^2}\right].$$

Daraus berechnet man leicht die Gesamtkrümmung eines Lichtstrahles, welcher in der Entfernung Δ an M vorbeigeht; es wird wieder in der ersten Annäherung:

$$(56)\quad B = (1 + h + h_1 + j)\frac{2KM}{\Delta c_0^2}.$$

---

[17]) *S. Mohorovičić:* Die relativistische Lichtablenkung und Verschiebung der Spektrallinien, sowie eine Erweiterung der allgemeinen Relativitätstheorie Astron. Nachr. *223*, 79 — 88; 1924, Nr. 5333.

[18]) Zu demselben Resultate sind schon früher auf Grund der Aethervorstellung gekommen *O. Wiener* (Das Grundgesetz der Natur und die Erhaltung der absoluten Geschwindigkeiten im Aether. S. 42. Abh. d. math.-phys. Kl. d. Sächs. Akad. d. Wiss., Bd. *38*, Nr. 4, Leipzig 1921) und *S. Mohorovičić* (Aether, Materie, Gravitation und Relativitätstheorie. S. 41. Zeitschr. f. Physik *18*, 34 — 63; 1923)

[19]) Die Formeln (54) — (57) sind *hier* viel allgemeiner, als ich sie bis jetzt gegeben habe.

Für die Verschiebung der Spektrallinien erhält man aus (55):

$$(57) \qquad \frac{\nu - \nu_0}{\nu_0} = -(1+h+h_1)\frac{KM}{rc^2_0}.$$

Die Perihelbewegung während eines Planetenumlaufes kommt nur bei der positiven (schwerigen) Materie vor, wo nach $(52)_1$ $h_1 = 0$ ist. Für diesen Fall hat Herr *v. Gleich*[20]) gefunden:

$$(58) \qquad \Delta\ddot{\omega} = (2 - 2q_2 + 2h + j)\frac{8\pi^3 a^2}{c^2_0 T^2 (1-\varepsilon^2)}$$

Wir sehen also, dass nur die Konstante h_1 durch die Art der Materie genau bestimmt ist, dagegen sind andere Konstanten h, j und q_2 ganz willkürlich, so dass wir alle mögliche Effekte in voraus berechnen könnten. Es ist also klar, dass solche Resultate nur eine mathematische Fiktion sein können. So hat z. B. Herr *Einstein* in seiner Substitution für g_{ik} folgende Werte eingesetzt: $q_2 = 0$, $h_1 = 0$, $h = 0$ und $j = 1$, dagegen Herr *de Sitter*: $q_2 = \frac{1}{2}$, $h_1 = 0$, $h = 1$ und $j = 0$, es sind aber auch andere Werte möglich, wie ich dies an anderem Orte ausführlich gezeigt habe. Unsere Untersuchung zeigt also klar eine besondere Eigenschaft der allgemeinen Relativitätstheorie, dass sie wenigstens drei willkürliche Konstanten enthält, welche so zu wählen sind, dass die Theorie mit den hier erwähnten Erfahrungstatsachen wenigstens teilweise übereinstimmt; *sie bestätigen aber nicht die Theorie.*[21]). Wir haben ausserdem noch einen grossen Fortschritt erzielt, indem wir die Theorie auch für die neutrale und negative Materie erweitert haben. So habe ich unlängst[22]) die Bewegungsgleichungen für die neutrale Materie aufgestellt und integriert, und dabei nicht nur die Geschwindigkeit der einzelnen Aetherteilchen berechnet, sondern auch eine Formel für die Rotationsgeschwindigkeit der Fixterne erhalten.

3. Setzen wir $r = x_1$, $x_2 = x_3 = 0$, dann wird der starre Stab $ds = \sqrt{-1}$ im Felde folgende Länge haben

$$(59)_1 \qquad dx_1 = \frac{1}{\sqrt{-g_{11}}}$$

[20]) a. a. O.

[21]) Es ist aber notwendig, nicht nur die theoretischen, sondern auch die experimentellen „Beweise" sorgfälltig nachzuprüfen. Vgl. z. B. *S. Mohorovičić*: Einige Folgerungen der verschiedenen Gravitationstheorien. Univerzum *1*, 264—270, Zagreb 1923; dann Lichtgeschwindigkeit und Gravitation. Astron. Nachr. *222*, 69,—78; 1924, Nr. 5309. *J. Wodetzky* u. *S. Mohorovičić*: Zur Frage der sogenannten Rotverschiebung der Spektrallinien. Astron. Nachr. *223*, 233 — 236; 1925, Nr. 5343.

[22]) *S. Mohorovičić*: Das Feld der neutralen Materie und seine Bedeutung für die Kosmologie. Astron. Nachr. *224*, 293 — 300; 1925, Nr. 5370. (Vorgelegt der St.-Stephan-Akademie d. Wiss. in Budapest am 27. Febr. 1925).

oder in erster Annäherung:

$$dx_1 = 1 - (h + j)\frac{KM}{r c_0^2} \qquad (59)_2$$

d. h. wir können nicht nur eine Kontraktion der Längen, sondern eventuell eine Dilation oder sogar die Unveränderlichkeit der Längen im Felde prophezeihen.

Ebenso können wir wegen

$$(60)_1 \qquad dx_4 = \frac{1}{\sqrt{-g_{44}}}$$

oder in erster Annäherung

$$(60)_2 \qquad dx_4 = 1 + (1 + h_1)\frac{KM}{r c_0^2}$$

der Uhr nur theoretisch jeden möglichen Gang geben. In der Wirklichkeit sind nur drei Fälle $(52)_{1,2,3}$ möglich. So hat z. B. die neutrale Materie (Weltälter, $h_1 = -1$) auf den Gang der Uhr in erster Annäherung keinen Einfluss, was mit der Erfahrung übereinstimmen würde.

Falls *kein* Feld vorhanden ist, so reduziert sich die allgemeine Relativitätstheorie auf spezielle Theorie, und wir haben gezeigt, dass solche Theorien unendlich viele möglich sind. Welche Theorie ist also die richtige? Hier befinden wir uns in einer Sackgasse, und es bleibt nichts übrig, als alle solche mathematischen Spekulationen („Theorien") als physikalisch unhaltbar zu verwerfen. Die moderne Relativitätstheorie war nur ein sonderbarer (vielleicht pathologischer) Versuch, um alle Erscheinungen von einem „einheitlichen" Standpunkte zu „erklären" und mathematisch zu bearbeiten. Es wird heutzutage *fast allgemein* angenommen, dass dieser Versuch gescheitert habe, und dass wir noch davon sehr weit entfernt sind. Der mathematische Traum der Physik ist aber zu Ende:

Zagreb (Jugoslavien), August — Oktober 1925.

Pastaba. Šio straipsnio genezė yra šitoki: Lietuvos Universiteto garbės prof. Prel. A. Dambrauskas kokį laiką susirašinėjo įvairiais mokslo klausimais su Zagrebo Universiteto profesorium, garsiuoju fiziku d-ru Step. Mohorovičić'u, ir viename savo laiškų pareiškė noro turėti matematišką įrodymą, kad be vienos Einšteino reliatyvumo teorijos yra galima begalinė daugybė ir kitokių neeinšteininių reliatyvumo teorijų, panašiai kaip šale Euklido geometrijos esama įvairių neeuklidinių. Atsakydamas į tai gerb. prof. d-ras St. Mohorovičić'as teikėsi atsiųsti prašytąjį įrodymą, išdėtą atskirame straipsny, kurį ir prašė paskelbti Lietuvos Universiteto Matematikos-Gamtos Fakulteto darbuose, reikšdamas gilaus palankumo mūsų jaunai aukštojo mokslo įstaigai. Dėliai to Matematikos-Gamtos Fakulteto nutarimu ir dedamas čion šis straipsnis. *Redakcija.*

A. Dambrauskas.

Kas yra teisioji linija?

Bandymas tiesios linijos esmę nušviesti.

Referatas skaitytas Lietuvos Universitete lapkričio 28 d. 1922 m.

(Zum Begriff der geraden Linie).

(Dedama pasiūlius prof. *O. Volk'ui*).

Lapkričio 28 d. 1902 metais t. y. lygiai prieš 20 m. yra Seinuose miręs vysk. Antanas Baranauskas.[1]) Tai buvo žmogus, turėjęs žymų talentą ir dagi nevieną. Mūsų literatūros istorijoje jo vardas yra įrašytas, kaipo plačiai pragarsėjusio dainiaus, autoriaus „Anykščių šilelio", „Pasikalbėjimo giesmininko su Lietuva", „Petrapilio kelionės" ir kitų trumpesnių gražių dainelių. Mūsų pedagogijos istorijoje jis irgi bus minimas, kaipo pirmutinis Lietuvoje lietuvių kalbos mokytojas, ilgą laiką dėstęs ją Žemaičių Seminarijoj ir parašęs lietuviškai pirmutinę lietuvių kalbos gramatiką.

Jau ir tų dviejų — dainiaus ir kalbininko nuopelnų būtų užtekę, kad Baranausko vardas taptų pas mus amžinai minėtinas. Bet jo turėta dar ir trečias nuopelnas: jo būta drauge ir pirmutinio Lietuvos matematiko. Matematikos mokslas daug kam atrodo sausas, sunkus, neįdomus. Kiti eina dar toliau ir laiko užsiėmimą matematikos dalykais bergždžiu, nenaudingu, nepritinkančiu kunigui, o dar labiau — vyskupui darbu. Tuo tarpu keletą, metų prieš išvažiuosiant į Seinus, Baranauskas buvo taip įsimylėjęs matematiką, kad jai kasdieną pašvęsdavo po 13 valandų! Šiandien, 8-ių valandų darbo gadynėje — tai atrodo tiesiog netikėtinas daiktas. Tačiau tai yra tikra tiesa, konstatuota paties Baranausko laiškais ir liūdijimais kitų žmonių, kuriems Baranauskas pats tai sakydavęs, nusiskųsdamas del jį apėmusios „matematikos aistros". Kad čia būta savotiškos aistros, tai tiesa. Bet del tos aistros Baranauskui netenka rausti. Aš net manau, kad jis tąja savo aistra netik nieko nėra papiktinęs, bet anaiptol palikęs mums, o ypač Lietuvos jaunimui, gražų ir kilnų mokslo meilės pavyzdį, už ką, tariuos, ir visi tamstos pripažinsite jį tikrai garbės vertą ir bent atsistojimu pagerbsit nūn jo atminti, kaipo pirmutinio Lietuvos mokslavyrio matematiko...

Apie jo matematikos tyrinėjimus ir veikalus, aš esu plačiau kalbėjęs savo straipsny, įdėtame „Draugijos" 4-an n-rin ir išleis tame 1907 metais atskira knygute vardu: „Vyskupas Antana-Baranauskas kaipo matematikas". Paduotasias ten žinias kartoti čia iš naujo aš nematau reikalo. Mano tikslas tebuvo vien pri-

[1]) Lapkričio 28 d. 1927 m. sukaks lygiai 25 metai nuo jo mirties.

minti tamstoms tą seną matematikos entuziastą 20-se jo mirties metinėse. Tai padarę aš ir einu nūn prie tiesioginės šios lekcijos temos — apie tiesiosios linijos esmę.

I.

Parinkti šią temą paskatino mane kelios aplinkybės. Pirmoji tai ta, kad apie tiesiąją liniją yra mąstęs jau ir vysk. Baranauskas ir savo laiškuose yra apie tai išreiškęs ne vieną teisingą pastabą. Antra, kad tiesiosios griežtas apibrėžimas yra pagrindinis visos geometrijos klausimas. Trečia, kad tas klausimas tebėra ligšiol matematikų, kaip reikiant, vis dar neišspręstas.

Geometrijoj iš senų senovės buvo žinomi trys garsiausieji klausimai: dvigubo kūbo sudarymas, kampo trimis lygiomis dalimis padalinimas ir kvadrato lygiapločio duotajam ratilui nubrėžimas. Visi tie trys klausimai jau yra išspręsti. Pirmuoju du seniau, pastarasis, vadinamas ratilo kvadratūros klausimu, vos tik XIX-am amžiui baigiantis (1882). Apie tiesiosios klausimą, deja, to, pasakyti negalima. Jis kaip buvo, taip ligšiol ir pasilieka tinkamai neišspręstas. Geometrai vis da neturi nei vieno bendro, visų pripažinto tiesiosios apibrėžimo, nei galutinos kriterijos tiesiajai nuo kreivųjų atskirti. Vadinas, geometrija vis da nesugeba tinkamai atsakyti, n e i k a s y r a t i e s i o j i, n e i k u o j i s k i r i a s n u o k r e i v i ų.

Su tiesios klausimu pasikartoja tas pat, kaip ir su erdvės bei laiko klausimu: kol mūsų nieks neklausia, kas yra erdvė, kas yra laikas, mums atrodo, kad mes tuodu dalyku gerai suprantam; bet vos tik pabandom sau ar kitiems išaiškinti, erdvės ir laiko esmę, tuojau įsitikinam, kad mes čia nieko nepermanom. Tiesiosios sąvoka, galima net sakyti, yra šiuo atžvilgiu dar tamsesnė. Apie erdvę ir laiką mes bent tiek žinom, kad jų tikrai esama. Jų buvimas yra mums neabejotinas. Tuo tarpu apie tiesiąją, pirm neg svarstyti, kas ji yra, reiktų dar išspręsti klausimas, a r j o s t i k r a i e s a m a. Šis tiesiosios egzistavimo klausimas toli gražu nebergždžias. Nes ištikrųjų, kuo gi mes remiamės spręsdami apie kokio daikto tiesumą ar kreivumą? Mes remiamės pirmiausia savo matymu. Išvydę dailų pušies ar palmės liemenį, saulės spindulį, ar įtemptą siūlą, mes sakom, kad tai tiesūs daiktai. Bet ar mes galim savo akių liūdijimu pilnai pasitikėti? Toli gražu nevisada. Štai pav. tiesi lazda. Mes kišam ją pusiau į vandenį, ir ji atrodo mums nebetiesi, bet įlūžusi. Arba, sakysim, važiuojame traukiniu ir išsikišę pro vagono langą paleidžiam iš rankų obuolį. Jis krinta žemėn ir mums, žiūrintiems iš vagono lango, atrodo, kad jis bekrisdamas sudaro tiesiąją liniją. Tuo tarpu žmogui, stovinčiam prie gelžkelio, ta obuolio kritimo linija atrodys parabole, t. y. kreive. Vadinas turim čia du žmogu, abu sveikom akim. Tuotarpu, kas vienam atrodo tiesioji linija, antram — kreivė. Vienas vagone būdamas turės teisės sakyti: aš matau, kad obuolio kritimo linija yra tiesi; antras, stovįs šale kelio,

galės ginčyti: ne, aš matau, kad ta linija yra kreiva. Abudu juodu klysti negali, nes abu remias tiesioginiu savo akių regėjimu. Bet jei abudu juodu tiesą sako, tai kaip išaiškinti paradoksas, kad ta pati linija, tuo pačiu laiku, gali atrodyti vienam tiesi, kitam kreiva.

Šie pavyzdžiai mano parinkti tyčia. Jais aš norėjau tamstoms įrodyti, kad akių regėjimas nėra užtektina priemonė tiesiosios linijos esmei susekti. Tą pat išvadą gautumėm ir patyrinėję arčiau įtemptą siūlą bei saulės spindulį: siūle per mikroskopą rastumėm vienur storesnių, kitur plonesnių vietų, o per tai ir didesnių bei mažesnių nuo tiesumo nukrypimų. Saulės spinduly, pasigaudami interferencijos, pastebėtumėm tūlo bangavimo bei vilnių, o bangavimas, vilnys, kas gi yra, jei ne tiesumo paneigimas? Apie pušis, palmes, nėr kas nei kalbėti. Jau vienoj jų žievėj rastumėm milionus nelygumų bei netiesumų. Taigi jei mes norime remtis vien akių regėjimu, tai esam priversti arba tiesios buvimą visai paneigti, arba įklimpstam į nelengvai išpainiojamas priešingybes, tiesiosios esmės visai nepasiekdami. Kasgi daryti? Aišku jog reikia ieškoti kitų skaistesnių dvasios akių, kito tobulesnio proto regėjimo. Jo šviesa kur kas geriau už kūno akis gali padėt mums dalyko esmę susekti. Pažiūrėkim tat, kas gi žmogaus ligšiol yra nuveikta tiesiosios ėsmės klausimu.

Eidamas abstrakcijos keliu nuo kūnų į paviršių, nuo paviršių į linijas, protas galop nuo linijų yra priėjęs geometrijos punkto sąvoką. Punktas pavadinta tokia erdvės dalis, kuri neturi nei ilgio, nei pločio, nei storio. Yra tai galima sakyti, geometriškasai nulis bei niekis. Bet iš to niekio geometrai kuria savo begalinį geometrijos kūnų, paviršių, linijų ir figūrų pasaulį. Kuria gi jie šį pasaulį remdamies šiomis aksiomomis:

1. Esama ribų neturinčios erdvės.
2. Kiekvienoj jos vietoj yra galimas punkto buvimas.
3. Kiekvienas punktas gali erdvėje judėti, t. y. eiti iš vienos vietos kiton.
4. Beeidamas iš vienos vietos kiton punktas nubrėžia liniją, todel linija yra punkto judėjimo pėdsakas.
5. Linijos, besijungdamos savytarpy, sudaro įvairiausių geometrijos figūrų.
6. Linijos, bejudėdamos į šalį nuo savęs, sudaro įvairių paviršių.
7. Paviršiai bejudėdami į šalį nuo savęs, sudaro įvairių geometrijos kūnų.

Mūsų tolesniems išvedžiojimas daugiausia svarbos teturi aksiomos apie punktą, jo judėjimą ir to judėjimo pėdsaką liniją, t. y. aksiomos 2, 3 ir 4.

Remdamies antrąja, imkim bet kokį punktą. Kad galėtumėm jį atskirti nuo kitų punktų, pažymėkim jį raide A. Tas punktas, sulig 3-ja aksioma gali judėti. Savaime aišku, kad jis

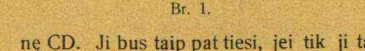
gali judėti įvairiausiais būdais. Jų skaičius bus begalinis. Kadangi kiekvienas punkto A judėjimas sudaro atskirą liniją, tatai ir linijų sudarytų punkto A judėjimu skaičius bus irgi begalinis.

Tie punkto A judėjimai gali būti taisyklingi, arba ne, turėti galą, arba ne. Iš čia ir linijos vienos bus taisyklingos, nustatytos tam tikrais punkto A judėjimo dėsniais; kitos — netaisyklingos, sudarytos judėjimu netvarkingu, chaotišku; vienos turės tam tikrą ilgį, antros bus nesibaigiamos.

Palikę tuo tarpu šias pastarąsias, patyrinėkim pirmiausia linijas tam tikro galuoto ilgio. Teesie be punkto A dar kitas punktas B. Tarkim, kad punktas A judėdamas turi galop būtinai pasiekti punktą B. Keleriopais būdais tai gali įvykti? Aišku, kad tų būdų bus čia irgi begalo daug nes panašių linijų galima nubrėžti, kiek tinkama, ir kiekvieną iš jų išvingiuoti milionais būdų. Visos tos linijos turi bendrą ypatybę: jos, kad ir kažkaip iškraipytos, visos išeina iš punkto A ir susieina punkte B, ir todel jos galima laikyti keliais, vedančiais iš punkto A į punktą B.

Akimi žiūrint, tie keliai bus nelygūs: vieni ilgesni, kiti trum pesni. Patį trumpiausį tarp jų Archimedas yra pavadinęs tiesiąja linija. Daugely geometrijos vadovėlių tai laikoma tiesiosios apibrėžimu.

Kad tikroji tiesioji turi tą didžiausio trumpumo ypatybę, tai tiesa. Bet kad kiekviena trumpiausioji linija, būtų tiesioji, to pasakyti negalima. Nes trumpiausių linijų tarp dviejų punktų, galima rasti ir kiekviename kreivame paviršiuje, pav. elipsoide, paraboloide, pseudosferoj ir kituose; bet ten jos bus ne tiesios, tik kreivos. Tai viena. Antra, norint surasti, kuri iš daugelio linijų, jungiančių du punktu, yra trumpiausia, reikia kiekviena atskirai išmatuoti. Bet matavimui reikia turėti tobūlai tiesus mastas, kurį klostant matuojamose linijose ir žiūrint pilno sutapimo masto su jomis, ir prieinama linijų ilgiai. Vadinas, Archimedo apibrėžime tiesiosios, kaipo trumpiausios linijos, jau glūdi m a t a v i m o, o per tai ir t i e s i o s i o s sąvoka. Kitaip sakant, Archimedas bando tiesiosios esmę susekti pasigaudamas tos pat tiesiosios. Tokį apibrėžimą logika vadina i d e m p e r i d e m ir laiko klaidingu. Bet kadangi, kaip žemiau pamatysim, tiesos dalis jame yra, taigi pradžiai galim jo laikytis. Teesie tat linija AB pati trumpoji tarp visų kitų, jungiančių du punktu A ir B. Pirmutinis klausimas, kuris kįla, turint tą trumpiausią liniją AB, yra šis: ar ji galima iš abiejų galų ilginti? Neigiamai atsakyti į tai, kiek žinom, nėr drįsęs nei vienas matematikas. Visi vienu balsu pripažįsta, kad ji ilginti galima tiek nuo punkto A, tiek nuo punkto B. Tuo būdu iš linijos AB galim sudaryti daug ilgesnę CD. Ji bus taip pat tiesi, jei tik ji tarp punktų C ir D bus pati trumpoji. Bet čia savaime kįla kitas klausimas: k a i p t o l i galima



Br. 1.

ilginti duotoji tiesioji? ar tas ilginimas turi ribų, ar jis yra nesibaigiamas.

Nuo pat senovės matematikai laikės tos nuomonės, kad tiesioji galima nesibaigiamai ilginti. Bet kadangi kiekviena linija, o todel ir tiesioji, yra erdvėje, tatai, kad tiesioji galėtų būti nesibaigiamai ilginama, reikia, kad pati erdvė būtų begalinė. Tuo būdu, kaip matom, bandymas tiesiosios esmė susekti veda mus į klausimą apie pačios erdvės esmę: ar ji yra galuota ar begalinė? Jei erdvė yra galuota, tai ir tiesioji bus galuota, nes ji nebus galima nesibaigiamai ilginti; jei erdvė begalinė, tai ir tiesioji galės būti begalinė.

Turėdami tai omenyje, ir tarę erdvę esant begalinę, imkim tą pačia AB iš abiejų galų mintyje nesibaigiamai ilginti. Koks bus to nesibaigiamo ilginimo rezultatas?

III.

Į tai naujos gadynės matematikai duoda šiuos tris atsakymus:

1) Punktai A ir B, nesibaigiamai traukdamiesi į priešingas puses, nesusitiks niekados ir todėl tiesioji turės nuo vidurinio punkto O du begaliniai nuotolusiu punktu.

2) Punktai A ir B, nesibaigiamai traukdamiesi į priešingas puses, susitiks, bet begalinėj tolumoj ir todel tiesioji turės nuo punkto O tik vieną be galo nutolusį punktą.

3) Punktai A ir B, traukdamiesi į priešingas puses, susitiks kur nors toliausiose pasaulio ribose, labai didelėj, bet nebegalinėj tolumoj ir todel tiesioji neturės nei vieno be galo nutolusio punkto.

Visi tie trys atsakymai yra grynai transcendenčiai teigimai: jie nei logikos keliu negalima įrodyti, nei eksperimentu patikrinti. Nes kas iš mūsų gali pasiekti toliausias pasaulio ribas, nekalbant jau apie be galo nutolusius punktus. Taigi anie trys atsakymai teisingiau bus pavadinus trimis atskiromis hipotezėmis apie tiesiosios esmę. Jomis remiantis sudaryta trys atskiros geometriškos sistemos: 1) bolyai-lobačevskinė, 2) euklidinė, 3) riemanninė. Euklidinė yra visų seniausia, nes išrasta III-me amžiuje prieš Kristų; bolyai-lobačevskinė ir riemanninė atsirado XIX amžiaus pirmoje pusėje. Dvi pastarosios turi bendrą neeuklidinių geometrijų vardą. Vadinas, nūn be senos euklidinės, kurios mes gimnazijose esam mokinęsi, yra dar dvi naujos geometrijos, apie kurias pas mus retas netik iš mokinių, bet ir iš pačių mokytojų tetur šiokį tokį supratimą. Kuriai gi iš tų trijų geometrijų priderėtų atiduoti pirmenybės palmė? Kurią pripažinti tobūlesne, mokslingesne? Į tai atsakyti nelengva. Jei tikėti šių dienų matematikais, jos visos trys turinčios brangių ypatybių. Bolyai-lobačevskinė esanti visų bendriausia, iš jos kiti dvi išplaukią, lyg atskiri atvejai. Delto ji ir

savinas sau „absolučios geometrijos“ vardą. Euklidinė yra visų aiškiausia, visų lengviausia ir praktikoj visų parankiausia. Galop riemanninės geometrijos garbę pastarais laikais išgarsino fizikas Einšteinas, dėdamas ją savo garsios reliatyvumo teorijos pamatan ir skelbdamas visą pasaulį esant sukurtą riemanninės geometrijos dėsniais. O ką del mokslingumo, tai visos esą lygiai logiškos, griežtos ir tikros. Jokių prieštaravimų jose nėra ir negali būti. Nes jei kokiam matematikui pavyktų sugriauti bent vieną teoremą, kurioj nors iš tų trijų geometrijų, tai tuomi pat būtų susyk sugriautos visos trys geometriškos sistemos. [1]) Kiek čia tiesos, aš tuotarpu neapsiimu spręsti. Galiu tik bendrai nurodyt, jog visi mokslai paneši bent kiek į malūnus. Kaip malūne, kokių grūdų įpilsi, tokių ir miltų gausi, taip ir moksluose, kokiais teigimais bei hipotezėmis juos pamatuosi, tokių ir pasekmių turėsi. Padėjus geometrijos pamatan tris įvairius tiesiosios linijos supratimus, ne-

---

[1]) Taip tvirtinta lig pastarųjų laikų, bet šiandieną randas jau mokslo vyrų, drystančių tai neigti. Pavyzdžiu gali būti R. Sudre des Carlières'as, autorius straipsnio „Notice sur le postulat d'Euclide“, pasirodžiusio rimtame žurnale „Revue de Philosophie“ lapkričio — gruodžio n-ry 1923 m. Padėjęs geometrijos pamatan du pastulatu (A):

1. tiesiąją nustato 2 punktu,
2. plokštį nustato trys punktai, gulį ne vienoj tiesiojoj,

autorius įrodinėja, kad pastulatams A griežtai teatitinka tik viena euklidinė geometrija, kitos gi dvi, būdamos priverstos tolesnėse savo konstrukcijose priimti tam tikrą nekintamą dydį U, jau tuomi pat parodo, kad tiesiajai nustatyti jiedvi reikalingi daugiau neg dviejų punktų, ir plokščiui nustatyti — daugiau neg trijų punktų. Bet tai kaip tik prieštarauja postulatams A.

Tą savo teigimą autorius bando paremti tam tikrais įrodymais. Štai jų vienas kitas.

1. Tesie trys punktai A, B, C ir juos jungiančios tiesiosios AB, AC, BC, sudarančios trikampį ABC. Iš postulatų A seka, kad trikampis ABC ir per jį einąs plokštis yra griežtai nustatytas, lygiai kaip ir kampų suma tame trikampy. Bet priėmus katrą nors iš neeuklidinių teigimų (iš duotojo punkto į duotąją tiesiąją galima pravesti paralelių begalinę daugybę, arba nei vienos), viskas trikampy ABC pareina nuo parametro U, kurs galima laisvai rinktis. ir todel tiek tiesiųjų AB, AC, BC, ilgis, tiek trikampio ABC ploto dydis irgi galima (tam tikrose ribose) laisvai rinktis. Tuo būdu viskas lieka nenustatyta, kas aiškiai prieštarauja postulatams A.

2. Tesie du punktu A ir B ir trečiasis C toks, kad $\frac{AC}{AB}$ ir $\frac{BC}{AB}$ lieka duoti. Nūn imkim naują punktą D tiesioje AB tarp punktų A ir B, taip kad $\frac{AD}{AB}$ būtų irgi duotas. Iš postulatų A seka, kad galima laisvai rinktis punkto C atstogumas nuo bet kokio erdvės punkto, išskyrus tiesios AB punktus, taigi atstogumas CD yra griežtai nustatytas, Bet neeuklidinėse geometrijose santykis $\frac{CD}{AB}$ pareina ne vien nuo aukščiau pateiktų sąlygų, bet ir nuo tam tikro plokščio parametro U, vadinas, santykis $\frac{CD}{AB}$ nėra griežtai nustatytas ir atstogumas CD galima (tam tikrose ribose) rinktis laisvai, kas vėl prieštarauja postulatams A.

Dėliai to R. Sudre des Carlières'as ir laiko tikra geometrija, verta to vardo, vieną tik euklidinę. Neeuklidinės geometrijos jam atrodo geometriškomis tam tikrų paštoviais kreivumais euklidinėj erdvėj įterptų kontinuumų studijomis.

nuostabu, kad iš čia savaime plaukia trys atskiros geometriškos sistemos su ištisa eile visai atskirų teoremų. Pav. į klausimą, kiek iš punkto C galima pravesti paralelių į tiesiąją AB, Bolyai ir Lobačevskis atsako: begalinė daugybė; Euklidas — tik viena, o Riemann'as — nei vienos (žiūr. 2 br.).

Klausime apie kampų sumą trikampiuose — tas pat: Bolyai-Lobačevskio tvirtinimu, ta suma bus mažesnė, negu du statieji kampai Euklido — ji lygi dviem statiem kampam, Riemanno — ji didesnė neg du stačiuoju kampu. Euklido sistemoj esama panašių trikampių bei kitokių tresialinijinių figūrų, neeuklidinėse sistemose panašių figūrų visai nėsama. Euklido geometrijoj trikampių gali būt visokio dydžio, net begalinio, neeuklidinėse geometrijose esama tam tikro maksimalio bei didžiausio trikampio; didesnio už jį negali nei būti, Bolyai-lobačevskinėj sistemoj to maksimalio trikampio kampai visi trys esą lygūs nuliui. Tuo būdu toje sistemoje esama trikampių, turinčių maksimalį plotą prie minimalių, lygių nuliui kampų. Kitaip sakant esama trikampių bekampių. Mums tai atrodo nesąmonė, nes mes dvi tiesiąji sudaranti kampą lygų nuliui, laikome sutampančiomis, tuo tarpu neeuklidistams jos bus nesutampančios ir todel sudarys tikrą kampą, apimantį tam tikrą plokštumos, dalį, ir t. t.

Šis trijų geometrijų nesutarimas, kaip patys matote, yra labai keistas. Bet tas keistumas neprivalo tamstų stebinti. Nes sykį tų trijų geometrijų pamatan padėta tiesiosios, turinčios įvairių ir net viena antrai priešingų ypatybių, aišku, jog ir tolesnėse tų geometrijų išvadose turi rastis žymių skirtumų ir net priešingybių. Bet tos priešingybės kaip tik ir verčia kelti aikštėn principialį klausimą: kasgi galutinai tiesioji ištikrųjų yra, ir koks jos tikras ir griežtai moksliškas apibrėžimas?

IV.

Į tai atsakyti yra bandęs jau pats geometrijoj tėvas Euklidas garsiuose savo geometrijos „Elementuose". Jo apibrėžimas yra išreikštas šiais žodžiais: „tiesioji linija yra tokia, kuri vienodai guli visų savo punktų atžvilgiu [1]). Apibrėžimas gana tamsokas. „Vienodu gulėjimu visų savo punktų atžvilgiu" Euklidas grečiausia bus laikęs vienodą visur tiesios kryptį. Jei taip, tai tiesioji būtų linija, kuri besitęsdama niekur nenukrypsta nei dešinėn, nei kairėn, nei augštyn nei žemyn [2]). Tačiau šiuo savo tiesiosios apibrėžimu,

[1]) Εὐθεῖα γραμμή ἐστιν ἥτις ἐξ ἴσου ἐφ' ἑαυτῆς σημείοις κεῖται, Elem. lib. I. def. 4.

[2]) Kiti matematikai tą Euklido tiesiosios apibrėžimą bent kiek kitaip aiškina. Pav. Simonas (Euklid u. die sechs planimetrischen Bücher Leipzig 1901 S. 25) jį verčia šiaip: tiesioji yra linija vienodai nustatytoji savais punktais, arba — tiesioji yra linija, kurios nei vienas punktas neprasikiša prieš kitą (auf der kein Punkt vor dem

matyti, neiabai buvo tepatenkintas ir pats Euklidas, nes pirmosios savo knygos pradžioj tiesiosios esmei paaiškinti yra pridūręs dar šią pastabą: „dvi tiesioji erdvės neaprėpia“, iš kurios ir gavo naują išvadą, kad „tarp dviejų punktų tegalima nutiesti tik viena tiesioji[2]). Pastaroji išvada lygiai gerai gaunama ir iš Archimedo apibrėžimo tiesiosios, kaipo trumpiausios tarp dviejų punktų linijos. Nes trumpiausiam tarp dviejų punktų atstogumui tegalint būti tik vienam, tuomi pat ir trumpiausioji tarp dviejų punktų linija bei tiesioji tegali būti tik viena.

Nuo Euklido ir Archimedo eikim toliau. Čia mums teks su syk padaryti milžiniškas šuolis, nes nuo Kristaus gimimo per ištisus tryliką amžių tiesiosios klausimu nieko nebuvo padaryta. Vienas tik Tomas Akvinietis savo giliomis pastabomis apie begalenybės idėją yra dalimi ir tiesiosios sąvoką nušvietęs[1]) Bet tikrai naują tiesiosios apibrėžimą terandame tiktai XVII amž. pas Leibnizą. Jis skamba šiaip: „Tiesioji yra tokia linija, kurioje, padarius du punktu nejudomu, lieka tuo pat ir kiti visi nejudomi, pat čiai linijai besisukant“[2]).

Iš čia gaunama išvada, kad bet koks punktas C, gulįs nuošaliai nuo tiesiosios dviejų nejudomų punktų A ir B, bus judąs, ir kad tam jo atstogumui nuo tų punktų nekintant, esama erdvėj mažiausia bent vieno punkto D, kurio nuo anų dviejų atstogumai DA ir DB bus lygūs CA ir CB (ž. 3 br.).

Ši pastaba prancūzų matematikui Cauchy yr davus progos pasiūlyti šį naują, jo išmanymu, daug tinkamesnį tiesiosios apibrėžimą: „tiesioji linija AB (ž. 4 br.) yra tokia M punktų geometriškoji vieta, kad erdvėj nėr kitó tokio punkto D, kuriam atitiktų santykiavimai MA = DA, MB = DB, MC = DC“ [3]).

Panašiai yr pagrindęs savo geometrijos pamatų tyrimą ir belgų matematikas de Tilly. Jo išmanymu į atstogumą galima žiūrėti, kaipo, į pirmiausį fundamentalį pažinimą, kurio mums teikia prityrimas, nes mes, pasigaudami tam tiktro masto, matuojame duotame bandymui kūne tų ar kitų punktų atstogumus. Tuo būdu, pripažinę kūnų dydį nekintant, randame

---

andern ausgezeichnet ist). Proclus dar senovėje buvo pažymėjęs, kad tiesioji yra vienatinė linija, kurios ilgis tarp dviejų punktų yra identiškas tų punktų atstogumui. Kiti pažymi dar šią tiesiosios ypatybę: paėmus tiesiojoje bet kokį atrėžą, visada galima joje rast kiek norima lygių atrėžų: Dar kiti Euklido tiesiosios apibrėžime mato tvirtinimą, kad kiekvienas tiesiosios punktas dalina ją dviem lygiom dalim (sk. *P. Enriques* Zagadnienia dotyczące Geometrji Elementarnej T. I. Warszawa, 1914, 34—35 str.). Bet tenka čia pažymėti, kad nei Euklido tiesiosios apibrėžimas, nei jo komentatoriai tolesnei geometrijos evoliucijai neturėjo jokios įtakos.

[1]) *Prof. Dr. E. Įsenkrahe.* Untersuchungen über das Endliche und das Unendliche. Zweites Heft. Die Lehre des hl. Thomas, von Unendlichen... und ihr Verhältniss zur neuzeitlichen Mathematik. Bonn, Markus, 1920.

[2]) Sit aliquod corpus, cuius duo puncta sint immota et fixa, ipsum autem, corpus moveatur, tum omnia puncta corporis quiescentia incident in rectam, qua per duo puncta fixa transit,. Oeuvres mathem. de Leibniz, edit. Gerhardt, V, 137.

[3]) Logikos žvilgsniu šis apibrėžimas, kaipo n e i g i a m a s — yra netaisyklingas.

jog kiekvienas dviejų punktų atstogumas atatinka tam tikram skaičiui ir todel šis skaičius ir galima laikyti atstogumo mastu. Suaritmetizavęs tuo būdu erdvę, de Tilly ieško toliau būdo punktų atstogumui matematiškai išreikšti ir gauna dvi formulas,[1]) kuriosna įeina x, y, z punktų p ir q koordinatos ir tam tikras nekintamas dydis ε. Darydamas ε lygų + 1, jis iš pirmos savo formulos gauna riemanninę geometriją. prie ε = — 1 bolyai - lobačevskinę, galop iš antrosios formulos išveda euklidinę ir, pasigaudamas tam tikros hipotezės, įrodo, jog euklidinė geometrija esanti bendra pirmųjų dviejų geometrijų riba.

Galima dar tiesioji laikyti lanku ratilo, nubrėžto begalinai dideliu stipinu.

Galop neeuklidiniu geometrijų šalininkai tiesiąją vadina linija, kuriai nustatyti užtenka dviejų atskirų punktų.

Kaip tamstos matot, tiesiosios apibrėžimų yra daug ir įvairių. Vieni jų bando charakterizuoti tiesiąją jos krypties pastovumu (Euklidas, Leibnizas), antri aiškina jos esmę tam tikrų atstogumų santykiavimais (Cauchy, de Tilly), treti — jos brėžimo sąlygomis (neeuklidistai). Iš šito matematikų nesutarimo aišku viena, kad tiesiosios esmės klausimas tebėra net ir šiandieną vis da galutinai neišspręstas. Būdamas neišspręstas, jis reikalingas tolesnių tyrinėjimų. Ginčyti tai tegalėtų tik tas, kas vieną kurį iš aukščiau paduotų tiesiosios apibrėžimų laikytų moksliškai griežtu, tobūlu, kitaip sakant, paskutiniu mokslo žodžiu. Del buvimo tokių matematikų yra. Su vienu iš jų aš turiu laimės net koresponduoti. Tai yra daktaras Kirilas Vörös'as, aukštosios Budapešto mokyklos profesorius. Jis yra žymus bolyainės geometrijos tyrinėtojas, parašęs plačių veikalų hungarų ir Esperanto kalbomis. Jo pažiūros į tiesiąją yra šios:

1. Tiesiosios klausimas yra jau išspręstas.

2. Tiesioji yra linija, kuriai nustatyti užtenka dviejų atskirų punktų.

3. Šis tiesiosios apibrėžimas yra moksliškai griežtas ir tobūlas.

4. Jis yra bendras visoms trims geometrijoms bolyai - lobačevskinei, euklidinei ir riemanninei.

Šie d-ro Vörös'o tvirtinimai man atrodė labai keisti ir abejotini. Nes jei iš vieno grūdo negal išdygti trys atskiri augalai — rugys, kvietys ir miežis, tai ir iš vieno tiesiosios apibrėžimo negal išeiti trys tiesiosios, iš kurių, aukščiau minėtomis hipotezėmis, viena būtų beturinti du begaliniai nutolusiu punktu, antroji — vieną, o trečioji nei vieno. Tiesiosios visai priešingomis

[1])
$$\varphi(pq) = \frac{1 + \varepsilon(x_p x_q + y_p y_q + z_p z_q)}{\sqrt{1 + \varepsilon(x_p^2 + y_p^2 + z_p^2)}\ \sqrt{1 + \varepsilon(x_q^2 + y_q^2 + z_q^2)}} \quad . \quad (1)$$

$$\varphi(pq) = \sqrt{(x_p - x_q)^2 + (y_p - y_q)^2 + (z_p - z_q)^2} \quad . \quad . \quad . \quad (2)$$

kame φ funkcija reiškia dviejų punktų p ir q tam tikrą santykį bei atstogumą.

ypatybėmis tegali kilti tik iš įvairių tiesiosios apibrėžimų, o ne iš vieno. Priešingai tvirtinti, būtų logikai ir sau pačiam prieštarauti.

Mano paklaustas, kaip jis to prieštaravimo išvengia, d-ras Vörös'as atsakė pakartodamas savo tvirtinimus, būtent, kad nurodytasai tiesiosios apibrėžimas yra moksliškai griežtas ir tikras, bet, kaip du punktu gali nustatyti tris tiesiąsias įvairiomis ypatybėmis, to mūsų protas suprasti negali. Čia visai tinkąs aforizmas: I g n o r a m u s, i g n o r a b i m u s, nes tiesiosios esmė taip pat yra ir bus mums neprieinama, kaip ir materijos bei elektros esmė. Vartoti pirmąją, naudotis antrosios jėga mes galim ir galėsim, bet judviejų esmė mums visados liks nepasiekiamoji paslaptis. Štai paskutinis tiesiosios tyrimo žodis. Kas gi belieka toliau daryti?

Mūsų išmanymu, čia esama dviejų galimybių: arba pripažinti Vörös'o nurodytąją t i e s i o s i o s p a s l a p t į ir, tenkinantis atsiektais tiesiosios tyrimo rezultatais, nuo tolesnio jos tyrimo visai atsisakyti, arba, atmetus tą paslaptį, laikyti visus tiesiosios apibrėžimus, neišskiriant nei Vörös'inio, negriežtais ir ieškoti naujo tobulesnio tiesiosios apibrėžimo. Katras iš tų dviejų kelių pasirinkti?

V.

Nežinau kaip tamstų, bet manęs pirmasis netraukia. Tiesa, žmogaus protas yra apibrėžtas, jis negali suprasti Dievo ir todel nei kiek sau nenusideda prileisdamas paslapčių buvimą religijoje. Ar gamtoje viskas ilgainiui žmogui paaiškės ir neliks joje jokių paslapčių, neigiamai atsakyti nedrįstu, bet ir nelabai tenustebčiau, jei galutinai pasirodytų, jog tų paslapčių ten esama ir būsią, nes gamta, kaipo Dievo padaras, gali likti mums ir nevisai suprantama. Kas kita geometrija. Čia viskas pareina nuo žmogaus. Geometrijos pasaulis yra žmogaus proto padaras. Taigi ir paslapčių geometrijoj neprivalėtų būti jokių. Todel ir tiesiosios esmė žmogui turėtų būti prieinama. Jei žmogus kol kas nėr da pilnai jos priėjęs, tai tik del to, kad nors ir daug, bet neužtektinai yra ją tyrinėjęs. Kaip kitur, taip ir tyrinėjime, žmogus dažnai pasiduoda paskubiui. Besiskubindamas, nesyk per toli nušoksta nuo tiesos kelio ir nebežino, kur toliau beeiti. Tokiu skubotu šuoliu ir buvo sudarymas dviejų naujų tiesiųjų, neindentiškų senajai euklidinei. Jų įvedimas geometrijon ir pripažinimas lygiateisėmis su euklidine tiesiąja netik tiesiosios esmės neišaiškino, bet dar ją, galima sakyti, gerokai aptemdė. Iš čia atsirado net tūlo skepticizmo. Nes jei tarp dviejų punktų yra galimos net trijų rūšių tiesiosios, jei trikampiuose, sudarytuose tomis tiesiomis, kampų suma gali būti ir lygi dviem statiem kampam ir mažesnė ir didesnė neg du stačiu kampu, tai yra iš tikrųjų užtektinai priežasčių paabejoti, ar pati geometrija nėra nustojus senovinio tikrumo. Tą abejojimą stiprina ir šių dienų mokslo garsenybių pažiūros.

Pav. reliatyvumo teorijos autorius Einšteinas savo 1920 m. laikytoje paskaitoje apie geometriją ir prityrimą yra viešai pareiškęs, kad, jo išmanymu, geometrija esanti ne kas kita, kaip vien „seniausioji" fizikos šaka" („Wir können sie geradezu als den ältesten Zweig der Physik betrachten"). Prie šios keistos pažiūros tas pats mokslininkas yra pridūręs kitą dar keistesnę, būtent, kad „matematikos dėsniai, kiek jie liečia tikrenybę, yra netikri, o kiek jie tikri, jie nebeliečią tikrenybės". Štai jo autetiški žodžiai: „Insofern sich die Sätze der Mathematik auf die Wirklichkeit beziehen, sind sie nicht sicher, und insofern sie sicher sind, beziehen sie sich nicht auf die Wirklichkeit". Jei tai būtų tiesa, tai matematika, laikytoji seniau visų mokslų karalienė, taptų fizikos tarnaitė — „ancilla physicae". Griežtuose moksluose įsigalėtų fizikos diktatūra ir vienatinė tiesos kriterija taptų eksperimentas. Tuomet ten, kur fizikas su savo ultramikroskopu negalėtų atskirti trijų linijų, jis turėtų teisės sakyti, kad ten esama tik vienos linijos. Tuomet geometrija, padarius savo istoriškame besirutulojime milžiniškąjį ratilą, sugrįžtų, vėl į pirmykštį punktą, iš kurio buvo išėjus, būtent į Egypto laikotarpį, kuomet, eksperimentas tebuvo vienatinė geometrijos tiesų ieškojimo priemonė ir surastųjų kriterija. O kadangi eksperimentas remias kūno pojučiais, daugiausia regėjimu, o regėjimas, kaip jau matėm, veda mus į tiesiosios paneigimą, tatai ir nenuostabu, kad šių dienų geometrija savo pastarojoj evoliucijos fazėj, prileisdama tarp dviejų punktų trejopos rūšies tiesiųjų buvimą, jau tuomi pat pati faktiškai pasisako nebesugebanti atskirti tiesiųjų linijų nuo kreivių. Ir iš tikrųjų kai kurie neeuklidistai pastarais laikais ėmė definijuoti tiesiąją kaipo 1-jo laipsnio kreivę: „Die gerade Linie ist eine Kurve erster Ordnung"[1]). Vadinas, kaip moderniausieji dailininkai šlykštynes vadina grožiu, kaip moderniausieji mintyjojai nebedaro skirtumo tarp gera ir bloga, tarp tiesos ir netiesos, taip ir moderniausi matematikai nebeatskiria tiesiųjų linijų nuo kreivių.

Absolučiai nesutikdamas su moderniausiais dailininkais ir mintytojais skeptikais, moderniausių matematikų smerkti aš nedrįstu. Anaiptol, aš jiems esu net dėkingas, nes jie dalinai padeda tiesiosios esmę nušviesti. Ir iš tikrųjų jei tarp dviejų punktų prileidžiama buvimas trijų neidentiškų tiesiųjų: bolyai - lobačevskinės euklidinės ir riemanninės, tai yra rimto pamato, bent dvi iš tų trijų tiesiųjų, laikyti kreivėmis. Kurias gi? Mūsų išmanymu, tikra tiesioji tėra tik viena vienintėlė — euklidinė; abidvi likusi neeuklidini bus tik „neva tiesiosios" (Scheingerade), kaipo tikrai tiesiajai labai artimos, bet, ištikrųjų, savo esmėje, kreivės. Kreivumas riemanninės tiesiosios, kaipo suvertos linijos, yra savaime aiškus, nes jei yra kokia kreivumo kriterija, tai neabejotinai ta kriterija bus linijos suvertumas, nes sykį linija yra suverta, ji jau tuomi pat yra kreiva. Bolyai - lobačevskinės tiesiosios kreivumas yra

[1]) Cfr. *W. Dieck*: Die Theorie des unendlichen Raumes nach Lobatschewskij und Bolyai „rinktinėje knygoje" Mathematisches Lesebuch, V Bd. 85 psl.

bent kiek sunkiau įrodomas. Tačiau tam įrodymui kelią yr nutiesęs pats Bolyai's. Jis savo veikale „Appendix scientiam spatii absolute veram exhibens" viešai pasigyrė savo naujomis tiesiomis išsprendęs seną ratilo kvadratūros uždavinį. Tiesą sakant, tas uždavinys buvo griežtai išspręstas dar prieš Kristų graikų geometro Dinostrato, pasigaunant tam tikros kreivės vadinamos kvadratrise (τετραγωνιζουσα). Išspręsti gi tas uždavinys, pasigaunant vien tiesiosios ir ratilo, niekam nepavykę, o 1882 m. vokiečių matematikas Lindemann'as yra įrodęs, kad π, nuo kurio pareina ratilo kvadratūros išsprendimas, yra skaičius transcendentis, taigi, kaipo toksai, elementariu būdu, pasigaunant vien tiesiųjų ir ratilų, nubrėžti yra negalimas. Tuo tarpu Bolyai's pasiskelbė savo tiesiomis ratilo kvadratūros uždavinį išsprendęs. Kaipgi sutaikinti absolūti negalimybė griežto kvadratūros uždavinio elementariu brėžimu išgvaldymo ir Bolyaio tvirtinimas, kad jam tas išgvaldymas pavykęs? Sutaikinti tegalima vien prileidus, kad Bolyai'o tiesiosios, iš tikrųjų, yra ne tiesios, bet kreivės, panašios į Dinostrato kvadratrisę [1]).

VI

Tuo būdu abi neeuklidini tiesioji pasirodo tik „neva tiesioji". Lieka trečioji — euklidinė. Kas gi apie ją pasakyti? Jei naujų matematikų tvirtinimas, kad ši tiesioji turinti vieną begalinį punktą, būtų teisingas, tai reiktų ir jį pripažinti kreive, nes turėdama vieną nesibaigiamai nutolusį punktą, ji esmingai nieku nesiskirtų nuo suvertų linijų, kaip ir riemanninė tiesioji. Bet ar matematikų įrodymas, kad euklidinė tiesioji tetur tik vieną begaliniai nutolusį punktą, yra absoliučiai griežtas, aš, deja, to pasakyti negaliu. Anaiptol, visas tas įrodymas [2]) man atrodo neturįs moks-

[1]) Be to tenka pažymėti, kad ratilo kvadratūros klausimas pas Bolyai'į toli gražu nėra tas pat, kaip Euklido geometrijoj, nes bolyai'inėi sistemoj tikro tobulo kvadrato v i s a i n ė r a; jo vietą ten užima figūra keturiais lygiais šonais, bet kampais nelygiais 90^0 ir todel sumoje tesudarančiais viso labo tik $3d+\alpha$, kame $\alpha < 90^0$. Tuo būdu bolyai'iniame kvadrate kiekvienas kampas bus $= \frac{3d+\alpha}{4} < 90^0$, arba jei trys kampai bus $= 90^0$, tai ketvirtasis bus $\alpha < 90^0$.

Kitaip sakant, bolyai'inis kvadratas bus smailakampis. O drauge reikia žinoti, kad ir bolyai'iniai ratilai nėra identiški euklidiniams, nes pav. euklidinio ratilo ratlankis (apskritimas) yra lygus $2\pi r$, o bolyai'inio $= \frac{2\pi}{i} \sin \frac{ir}{R}$, kame $i = \sqrt{-1}$, o R yra bolyai'inės geometrijos konstanta

[2]) Štai tas įrodymas, pateiktas garsaus Steinerio: „Tesiuka tiesioji g (ž. 5 br.) aplink punktą T taip, kad ji patenka paeiliui padėtysna a, b, c, d, e, f, g. Tuomet tiesiosios tt' punktas G slinks taip, kad jis paeiliui eis per punktus A, B, C, D, E, F, G ir todel slinks pirmyn taja pat kryptimi. Tik ypatingoje tiesiosios g padėty, kai ji su tiesiąja tt' bus paralelė (kas tejvyks vien padėty pp'), tikro persikirtimo su tiesiąja tt' nebus. Bet kadangi ir prieš tą padėtį ir betarpiškai po jos, persiskirtimai įvyksta, būtent, betarpiškai priešeinantis persikirtimas esti kuodidžiausioje tolumoje C pusėj, o betarpiškas po tos padėties persikirtimas įvyksta

liško griežtumo, nes jį atatinkamai modifikavus ir pritaikius bolyai-lobačevski'nei tiesiajai, gautumėm išvadą, kad ir toji tiesioji turi irgi tik vieną begalinai nutolusį punktą Taigi galutinas šio tyrimo rezultatas galima suformuluoti šitaip: tikra tiesioji tėra tik viena vienintėlė, būtent euklidinė, turinti du begalinai nutolusiu punktu; neeuklidinės tiesiosios yra tik „neva tiesiosios" bei vadinamos „tiesiosios", (Scheingerade); savo esmėje jos yra kreivosios. Tai pripažinus, lengva išaiškinti visi neeuklidinių geometrijų paradoksai. Imkim pav. kampų sumą trikampyje. Teesie trikampio viršūnės A, B, C. Tarp punktų A ir B, A ir C; B ir C nutieskim po tris tiesiąsias: riemanninę, euklidinę ir bolyai-lobačevskinę, pažymėdami pirmąsias skaitmeniu 1, antrąsias — 2, trečiąsias — 3 — tai iš 6 brėž. išvysim, jog, prileidus kampų sumą trikampį $A_2 B_2 C_2 A_2$ lygią dviem statiem kampam, trikampyje $A_3 B_3 C_3 A_3$ ji bus mažesnė negu du stačiu kampu, o trikampyje $A_1 B_1 C_1 A_1$ — didesnė negu du stačių kampu. Paduotasai čia (6) brėžinys, žinoma, yra schematiškas: linijos 1, 2, 3 gerokai nuo viena kitos nutolusios. Tikrumoje jos tik proto akim teatskiriamos. Dėliai to ir pritaikinime praktikoj, matuojant mažus tolumus bei figūras, jos teikia beveik tuos pat rezultatus. Per tai eksperimento keliu kol kas nepavyko konstatuoti trikampiuose, kad kampų sumos būtų didesnės ar mažesnės negu du stačiuoju kampu. Matuojant net didžiausius trikampius, sudarytus žvaigždžių tolumais, neįstengta įrodyti, kad juose kampų suma neabejotinai nukryptų nuo dviejų stačių kampų. Kampų sumos lygumas dviem statiem kampam galima drąsiai laikyti tikra tiesa.

---

kuodidžiausioje tolumoje D pusėj, todel atitinkamybės dėliai (in Folge der Uebereinstimmung) reikia pasakyti, kad tiesioji *pp'* yra nukreipta į begalinai nutolusį punktą, kurio brėžiny, kad ir nėra, bet gi jis tenka pažymėti kaipo P∞. Tuo būdu tiesioji pp' yra nukreipta į begalinai nutolusį punktą „P∞, kuris galima vaizduotis jau tai kaipo gulis vienoje pusėje (už C), jau tai kitoje (už D). (Sk. *Steinas* Systematische Entwickelung der Abhängigkeit geometrischen Gestalte von einander. Ostwald's Klassiker, Leipzig 1896, E. 11—12).

Visas šitas įrodymas atrodo gan silpnokas. Steineris prileidžia à priori, kad tiesiosios tt' punktas G „slinks pirmyn tąja pat kryptimi". Bet ar toks punkto G „slinkimas" yra galimas, reiktų tai dar įrodyti. Nes prileidę I G ⊥ tt' ir pažymėję GA = l_1, GB = l_2...; ∠GTA = α_1 ∠GTB = α_2, ∠GTC = α_3..., matome, kad tiesiosios *g* sukimuosi sudaromieji kampai ir punktų A, B, C... atstogumai nuo G yra pareiną vieni nuo kitų ir todel turi funkcionalį sąryšį $l = f(\alpha)$, arba $\alpha = \varphi(l)$. Bet iš to kad kampinis dydis α gali, tiesiąjai *g* besisukant, nepertraukiamai didėti, dar toli gražu neaišku, kad kintamas dydis l funkcijoj $\varphi(l)$ nepertraukiamai didės, arba, kaip Steineris sako, „slinks pirmyn tąja pat kryptimi"; jis gali ir peršokti nuo + ∞ iki — ∞ ir atbulai. Taigi reikėtų įrodyti, kad čia to peršokimo nėra. O to įrodymo pas Steinerį ir nerandame. Taigi ir jo išvada, kad „tiesioji pp' yra nukreipta į vieną, punktą P∞", palieka bekabanti ore. Jei tai būtų tiesa, kad begalinai nuo G nutolęs punktas P∞ (už C) ir kitas begaliniai nuo G nutolęs punktas P∞ (už D) susilietų į vieną punktą P∞, tai tektų tarti, kad tiesiosios *g* sukimasis įvyksta ne plokšty, bet tam tikrame kreivame, milžiniško stipinu, cilindriniame paviršiuje. Taigi Steinerio bandymas įrodyti, kad euklidinė tiesioji tegalinti turėti tik vieną begalinai nutolusį punktą, tenka laikyti moksliškos vertės neturinčiu.

Tačiau gerbiamiems mūsų teologams ir filosofams aš visgi patarčiau tos tiesos neimti savo kalbose ir raštuose, kaipo absoliučios tiesos pavyzdį. Ne delto, kad tai nebūtų tikra tiesa, — ji yra neabejotina, — bet delto, kad neeuklidistai yr ją apdūmę savo priešingais paradoksaliais tvirtinimais ir per tai ji daug kam gali atrodyti neturinti absoliūtaus tikrumo. Tas pat pasakytina ir apie garsiąją Pitagoro teoremą: katetų kvadratų suma tėra lygi hipotenuzės kvadratui vien tik Euklido geometrijoje; neeuklidinėse ji bus arba didesnė arba mažesnė, negu hipotenuzės kvadratas.

Iš to, kas aukščiau pasakyta, tamstos jau esat pažinę tiesiosios klausimo stovį dabartinėj geometrijoje. Tuo, deja, pasidžiaugti negalima. Užuot vienos geometrijos, turim net tris įvairias [1]), užuot vienos tiesiosios, tris atskiras jų rūšis, užuot vieno tiesiosios apibrėžimo, jų ištisą eilę ir nei vieno, kuris galima būtų pripažinti tikrai patenkinančiu mokslo reikalavimus. Kas gi belieka daryti? Ar pripažinti tiesiosios klausimą neišgvaldomu? Tai būtų nepamatuotas skepticizmas. Neišgvaldomų klausimų matematikoj nėra. Jos obalsis tas pat, ką ir religijos: ieškokite ir rasite. Pasisakyti, kad man pavykę tiesiosios klausimas galutinai išspręsti, negaliu. Bet galiu duoti vieną kitą nurodymą apie kelią, kuriuo, mano išmanymu, reiktų eiti, norint to klausimo išsprendimą prieiti.

VII

To kelio toli ieškoti netenka; jis eina iš artimos plokščio sąvokos. Jei mes rasim būdą plokščiams nuo kreivų paviršių atskirti, tai analogijos keliu galėsim surasti ir kriterijį tiesiosioms linijoms nuo kreivų atskirti. Bet atskirti plokštis nuo kreivų paviršių gan lengva, nes jis turi ypatybių, kurių neturi kreivi paviršiai. Kad tas plokščio ypatybes galėtumėm geriau suprasti, privalom pasigauti atskiros paviršių šonų sąvokos. Ji nėra nauja, bet, deja, geometrijos pagrindų tyrime ji buvo beveik nevartojama. Kad kiekvienas paviršius turi **du šonu**, tai plačiai įrodinėti nėra reikalo, nes dalykas yra savaime aiškus. Imkim paviršiaus artimiausį materialį vaizdą — popierio lakštą. Jei jį paklosim ant stalo, tai tame lakšte vienas šonas bus viršutinis, antras apatinis. Jei mes viršutinį prirašysim, tai apatinis liks baltas neprirašytas. Tas paviršių šonų dvejopumas randas **visuose** paviršiuose. Net ir vadinamieji **vienašoniai** Möbiuso paviršiai, ištikrųjų yra **dvišoniai**; vienašonybės iliūzija randas čia vien delto, kad tie paviršiai yra susukti.

Antra sąvoka, kuri tolesniuose mūsų išvadžiojimuose bus mums reikalinga, — tai paviršių **sutapimo**. Sutampančiais paviršiais mes vadinsime tokiuos, kurie pakloti ant vienas antro sutampa visais savo punktais.

---

[1]) Šiandieną jų skaičius yra jau žymiai padidėjęs, nes išrasta dar naujų geometrijų, k š. nearchimedinė, nesacherinė, minkovskinė, weyl-eddingtoninė ir k.

Turėdami tiedvi paviršių šonų skirtumo ir paviršių sutapimo sąvoki, pažiūrėkim nūn, kokių ypatybių turi tiesieji paviršiai ir kuo jie skirias nuo kreivųjų.

Tam tikslui paimkim du lygaus didumo tiesiu kvadratu. Teesie jų vienas šonas baltas kitas juodas. Būdami tiesiu, tuodu kvadratu sudaro plokščio dalį. Per tai jų ypatybės bus ir pačių plokščių ypatybės. Joms surasti bandykim klostyti vieną kvadratą ant antro, iš pradžių vienokiais šonais pav. balto ant balto skersai. Jie sutaps, išilgai — irgi sutaps. Klokim juodą ant juodo išilgai — sutaps, skersai — irgi. Nūn klokim įvairiais šonais, pav. juodą ant balto — išilgai, sutaps, skersai — irgi; galop baltą ant juodo: išilgai — sutaps, skersai — irgi. Jei užuot klostę kryžmais, imtumėm klostyti įvairiausiais kampais, rastumėm tą pat pilną sutapimą. Tuo būdu plokščiai klostomi įvairiausiais būdais tais pačiais ir priešingais šonais visada visais savo punktais sutampa, jei bent trys kurie jų punktai gulintieji ne vienoj tiesioj sutampa. Kitaip sakant plokščiai turi visišką ir absoliūtų sutapimą. Tų sutapimo žygių gali čia būti begalinė daugybė.

Nūn imkim du kreivu paviršių. Teesie du tokio pat didumo kvadratu kaip ir pirmieji, tik bent kiek įlenktu; teesie tas įlenkimas absoliūčiai lygūs. Jų šonai teesie taippat nuvarsuoti baltai ir juodai. Bandykim juodu klostyti vienodais šonais, pav. baltais: pakloti išilgai jie nesutampa, skersai — irgi; klostomi juodais išilgai — nesutampa, skersai — irgi. Klostykim nūn priešingais šonais pav. juodą ant balto išilgai — sutampa, skersai ne; perkeiskim varsas, klostykim baltą ant juodo išilgai — sutaps, skersai ne. Jei mes klostytumėm tuodu kvadratu ne kryžmais, bet tam tikrais kampais mažesniais neg 90^0, tai jokio sutapimo nerastumėm tiek prie vienodų, tiek prie įvairių šonų. Iš čia gaunam šias išvadas:

1) Tiesieji paviršiai bei plokščiai visada sutampa, ar mes juos klosime vienokiais ar įvairiais šonais, ar skersai, ar išilgai, ar net įskypai, jei tie trijų punktų sutapimu sąlyga išpildyta.

2) Kreivieji identiškieji paviršiai gali sutapti tam tikroj, padėty, tik klostomi nevienokiais šonais; atskyrus tą vieną sutapimo atvejį, kitose padėtyse, pav. skersai ar įskypai, jie absoliūčiai nesutampa netik vienokiais, bet ir nevienokiais šonais.

Pastaroji kreivųjų paviršių ypatybė, kaip matom, turi analogijos su elektros bei magnetizmo dėsniais. Nes kaip kreivųjų paviršių sutapimui reikia klostyti priešingi jų šonai, taip ir norint, kad elektros bei magnetizmo jėgos jungtųs ir trauktų viena kitą, reikia tų jėgų imti priešingos rūšys, nes vienokios rūšys viena kitą atstumia.

Aukščiau nurodytosios plokščių ir kreivų paviršių ypatybės duoda mums griežtą kriteriją plokščiams nuo kreivųjų paviršių atskirti. Ta kriterija, tai dviejų duotųjų paviršių ant vienas kito klostymas. Jei jie klostomi vienokiais šonais sutampa, tai bus ženklas, kad jie yra plokščiai. Jei vienokiais šonais nesutampa, tai bus kreivi

paviršiai. Žinodami, tai visada surasime tikruosius plokščius. O turėdami jų du, perkirsdami vieną antru, gausim ir tikrą tiesiąją linija.

VIII.

Jos esmei geriau pažinti, pravartu įvesti linijos šonų sąvoka. Tik čia dalykas daug painesnis, nes linija tur šonų begalinę daugybę. Bet jei linija gul plokšty, galima visada joje nustatyti keturi pamatiniai šonai, būtent: dešinysis, kairysis, viršutinis ir apatinis. Mes juos žymėsime skaičiais 1, 2, 3, 4. Dešinįjį (1) ir kairįjį (2) nustato perpendikuleras į duotąją tiesiąją iš bet kokio jos punkto A; viršutinį (3) ir apatinį (4) — perpendikuleras iš punkto A į plokštį, perkertąs duotąją tiesiąją. Turėdami tai omenyje, galim nūn griežtai nustatyti euklidinės tiesiosios esmę ir jos skirtumą nuo neeuklidinių tiesiųjų.

Dvi euklidinės tiesiosios, turinčios du bendru punktu ir glaudžiamos prie vieną antros, turės pilną bei absoliūtų jų šonų sutapimą, būtent: 1-o su 1-u, 2, 3, 4; 2-o su 1-u, 2, 3, 4; 3-o su 1-u, 2, 3, 4 ir 4-o su 1-u, 2, 3, 4.

Dvi neeuklidinės tiesiosios, turinčios du bendru punktu ir priglaustos prie viena antros, turės nepilną jų šonų sutapimą, būtent: 1-o su 1, 2; 2-o su1, 2; 3 su 4. Nesutampančiais gi bus šonai 3-as su 1, 2, 3 ir 4-tas su 4-tu.

Šiuos rezultatus skaitytojas pats gali lengvai patikrinti, įsivaizdinęs sau rutoje du didžiuoju ratilu. Jų lankai ir bus viena neuklidinių tiesiųjų rūšis.

Apskritai tarus, neeuklidinė riemanninė tiesioji bus trumpiausia tarp dviejų punktų linija elipsoidiniame paviršiuj, o bolyai-lobačevskinė — trumpiausioji linija tarp dviejų punktų pseudosferiškame paviršiuje.

Tiesiosios esmei nušviesti, pravartu atsižvelgti dar ir į josios genezę bei sudarymo būdą. Tiesiąją, kaip ir kiekvieną kitą liniją mes vaizduojamės, kaipo punkto judėjimo pėdsaką. Bet su judėjimu neatskiriamai rišas greitumo ideja, kuri vėl neatskiriamai — jungias su laiko sąvoka. Iki šiol laikas geometrijoje visai nefigūravo, nes sujungimas dviejų punktų A ir B, kad ir kaž kaip nutolusių, vaizduotasi įvykstant akies mirksny begaliniu greitumu. Bet faktiškai begalinis greitumas mums yra nepasiekiamas. Ar mes jungiam du punktu šiokiu, ar tokiu būdu, visada suvartojam tam tikrą realį laiką. Be to punktai, apie kuriuos aš čia nūn kalbu, yra ne tie pat, apie kuriuos yr kalbėjęs Euklidas III-me amžiuje prieš Kr. Tie punktai skirias ir vieta ir laiku. Iš čia gaunam bendrų išvadų, kad kiekvieno punkto esama:

1) Kame nors, t. y. tam tikroje erdvės vietoje,

2) kuomet nors, t. y. tam tikru laiko momentu,

3) tam tikroj padėty, t. y. judėjimo bei rimties stovy.

O kadangi gamtoj absoliučios rimties nesurandama, tatai ir geometrijai, norint labiau priartėti tikrenybei, reikėtų atsižvelgti netik į punktų vietą, bet ir jų laiką ir judėsį. Įvedę geometrijon laiko ir punktų judėsio sąvokas, galim gauti naujų įdomių išvadų.

Ir iš tikrųjų, tesie bet koks punktas A. Pažymėkim jo vietą raide v. Paprastai punkto vieta nustatoma trijų jo koordinatų x, y, z tam tikra funkcija. Taigi teesie $v=f(x,y,z)$ kame koordinatos x, y, z skaitoma nuo tam tikros tų koordinatų pradžios. Laiką, kuriame imam punktą A, pažymėkim raide *l*. Ji reikš metus, dieną, minutes ir sekundas nuo tam tikros eros, pav. Kristaus gimimo.

Be to punktas A, kaip jau matėm, gali judėti, keisti erdvėj vietas. Bet judėjimas apibūdinama jo greitumu. Pažymėkim punkto A greitumą raide *g*. Panašiu būdu punkto B vieta, laikas ir greitumas teks pažymėti bruožuotomis raidėmis v', l', g'. Jei mes nūn panorėtum tuo du griežtai nustatytu punktu A ir B sujungti linija, tai toji linija tektų pažymėti simboliu A(v,l,g,) B(v',l',g'). Duodant dydžiams v, l, g, v', l', g' įvairios reikšmės galima gaut įvairiausių rezultatų, Pav.

1) jei $g=0$, $g'=0$, tai abu punktu A ir B bus nejudomu; jei $g=o$, o g' nelygus 0, tai punktas A bus nejudomas, o B judomas;

2) jei $v=v'$, $l=l'$, $g=g'$, tai abu punktu sutaps, ir vietoj linijos teturėsim tik punktą;

3) jei $g=o$, $g'=o$, $t=t'$, bet v nelygus v', tai abu punktu bus nejudomu ir vienalaikiu, bet nevienaviečiu, ir todel sudarys liniją AB;

4) jei $g=o$, $g'=o$, bet l nelygu l' ir v nelygu v', tai abu punktu bus griežtai nustatytu, bet linijos negausim, nes juodu pastatytu ne vienu laiku: kuomet vienas iš jų buvo, antro dar nebuvo, taigi ir sujungti juodu nėra kaip.

5) Dalykas daros dar painesnis, jei tarsime g ir g' esant nevienokius ir nelygius nuliui. Teesie pav. v nelygus v', $l=l'$, o $g=o$, $g=u>o$. Tuomet du punktu bus griežtai sustatytu, bet ar sujungimas tų dviejų punktų duos tiesiąją, ar kokią kreivę, apriori pasakyti negalima. Čia viskas pareis nuo tų punktų jungimo greitumo. Jei tas greitumas bus begaliniai didelis, gausim tiesiąją, jei jungimas tų pat punktų truks tam tikrą laiką gausime šuns kreivės rūšį.

6) Jei v nelygus v', $l=l'$, $g=0$, $g'=\infty$, tuomet galimu du atveju:

a) punktas B bėga nekeisdamas krypties; to bėgimo rezultatas bus begalinė tiesioji;

b) punktas B keičia kiekviename punkte savo kryptį, pav. sukdamasis aplink punktą A. Tuomet, nors punktų A ir B atstogumas būtų nedidelis, bet jų jungimas linija būtų negalimas.

7) Jei punktas A yra nejudamas, o punktas B begaliniu greitumu juda ten ir atgal tarp punktų A ir B, tuomet prie l=l' turim įdomų punko B b i l o k a c i j o s įvykį, kuris drauge teikia mum ir racionalį įrodymą, kad ir kūnų bilokacija apskritai yra galima, nes punktas bejudėdamas begaliniu greitumu tarp A ir B randas t u o p a č i u l a i k u a b e j u o s e t u o s e p u n k t u o s e. Kad tamstoms tas dalykas dar labiau paaiškėtų, paaiškinsiu pavyzdžiu. Kaip žinote, iš Kauno į Panemunę, nutolusią nuo Kauno 4 kilometrais, vaikščioja traukinėlis. Nuo 6 ryto iki 6 vakaro jis sudaro 12 žygių, vadinas 12 kartų kasdien jis būna Kaune ir tiek pat kartų pasirodo Panemunėje. Nūn tarkim, kad jo greitumas ($^1/_{15}$ kilom. į minutę) padidėjo 60 kartų. Tuomet jis Kaune ir Panemunėj būtų ne kas valandą, bet kas minutę. Jei jo greitumą padidintumėm dar 60 kartų, tai jis Kaune ir Panemunėje būtų kas sekundą. Padauginę greitumą dar 10 kartų, gautumėm tikriausią traukinėlio bilokaciją, nes jis kas 0,1 sekundos būtų ir Kaune ir Panemunėje. Kadangi žmogaus akis apsireiškimų, trunkančių mažiau kaip 0,1 sekundos, nebeatskiria, tai ji nebuvimą vienoj kurioj stoty, tetrunkantį 0,1 sekundos, visai nepastebėtų ir todėl žmogui traukinėlio bilokacija atrodytų pilna ir absoliūti. Tuo būdu matom kad bilokacijos fenomenui sudaryti nėra reikalingas netik begalinis greitumas, bet ir maksimalis šviesos greitumas 300.000 kilometrų į sekundą.

Žiūrėdamas į bilokaciją statikos atžvilgiu šv. Tomas Akvinietis absoliučiai neigė kūnų bilokacijos galimybę. Jo išmanymu, net pats Dievas negalįs padaryti, kad tas pats kūnas tuo pačiu laiku galėtų rastis dviejuose atskirose vietose. Kiti teologai k. š. Suarezas, Belarminas, kard. Franzelinas laikė kūnų bilokaciją galimą. Remdamies aukščiau pateiktais išvedžiojimais, paremtais dinamikos principais, tariuos, tamstos pripažinsite, kad net ir pilnoji kūnų bilokacija (bilocatio circumscriptiva) yra galima, O jei kūnų bilokacija yra galima, tai tuomi pat galima ir m u l t i l o k a c i j a bei buvimas kūno tuo pačiu laiku daugelyje vietų. Nes jei pav. minėtasis traukinėlis prie tam tikro greitumo kas 0,1 sekundos gali buti Kaune ir Panemunėje, tai jis kas 0,1 sekundos bus ir kiekvienoje kelio vietoje tarp Kauno ir Panemunės, sudarydamas tarp jų lyg kokią pastovią sieną.

IX.

Tolesnių išvadų iš naujo punktų žymėjimo būdo aš čia nebenurodinėsiu. Savo tikslą aš laikau atsiektu. Paskutinis mokslo žodis tiesiosios klausime, glūdįs tiesios apibrėžime, kaipo linijos, kurią nustato du punktu, pasirodė netik netobūlas, bet ir klaidinąs, nes, nenustatant tų punktų jungimo budo, galima iš dviejų griežtai nustatytų punktų gauti netik tiesių, bet ir kreivų linijų. Mano nurodyta ir kelias į tobūlesnį tiesiosios esmės pažinimą, paremtas paviršių ir linijų šonų sąvoka. Ko jis vertas, tesprendžia

kiti. Aš gi baigdamas šią paskaitą, laikau savo pareiga, pateikti tamstoms svarbesniąsias šio tyrimo išvadas.

1. Tiesiosios klausimas geometrijoj tebėra kol kas galutinai neišspręstas. Tiesiosios apibrėžimas, kaipo linijos nustatomos dviem punktais, nėra absoliučiai griežtas. Išvedimas iš to vieno apibrėžimo trijų tiesiųjų—bolyai - lobačevskinės, euklidinės ir riemanninės — nėra teisėtas, ir pačios jos, atskyrus euklidinę, nėra tiesios. Vadinimas šių pastarųjų tiesiomis yra neleistinas. Tinkamiausios jam vardas būtų „neva tiesiosios", o dar geriau kreivės. Sudarytieji iš tų neeuklidinių tiesiųjų trikampiai nėra tiesialinijiniai, bet kreivalinijiniai, todel ir nenuostabu, kad turi ypatybių nesutinkančių su euklidinių trikampių ypatybėmis.

2. Neeuklidinės geometrijos nėra plokščių, bet kreivųjų paviršių geometrijos. Bolyai - labačevskinės geometrijos tiesiosios yra trumpiausios linijos pseudosferiškame paviršiuje, turinčiame nekintamą neigiamą kreivumą; riemanninės tiesiosios yra trumpiausios linijos elipsoidiniam paviršiuj, turinčiame nekintamą teigiamą kreivumą. Kaipo tokios, jos ir vienos ir antros, teisingai galima vadinti 1-jo laipsnio kreivės

3. Neeuklidinėse geometrijose, kaipo vartojančiose vien netikras tiesiąsias, bei neva tiesiąsias, tiesiosios esmė rasti negalima. Tiesiosios esmės tegalima ieškoti vien euklidinėje geometrijoje, nes ji viena savo pamatan tededa tikrąsias tiesiąsias. Tiesiausias kelias į tiesiosios esmės susekimą tai gilesnis ištyrimas sutapimo sąlygų tiek paviršiuose, tiek linijose. Tas ištyrimas virsta galimas, tik įvedant plokščiuose ir linijose šonų skirtumą.

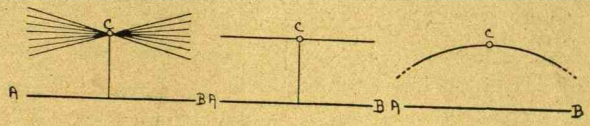
4. Tiesiosios esmės tyrimui pirmyn pastumėti labai praverstų veikalas, kuriame būtų surinkta visa, kas betiriant tiesios esmę, yra ligšiol matematikų atrasta ir kaipo tiesa įrodyta. Tokiam veikalui pritiktų lotyniškas vardas: Summa geometrica de linea recta. Deja, ligšiol nieks jo nėr parašęs, o kaikurie nepripažįsta net jo reikalingumo.

5. Matematika kaip ir kiti mokslai, gali nesyk nušviesti netikėtai ir svarbius teologijos bei filosofijos klausimus. Taigi teologams ir filosofams reiktų laikyti matematiką teologijos ir filosofijos drauge ir padėjeja, o ne priešininke.

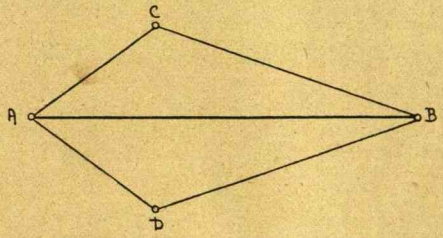
6. Tiesiosios tyrimas parodo, jog geometrijoj negalima nei pirmo žingsnio žengti nesusidūrus su begalenybės sąvoka. Ir tiesiosios nesibaigiamas tęsimas, ir linijų tarp dviejų punktų ir net iš vieno punkto išeinančių daugybė ir tiesiosios brėžimo greitumas, visa tai yra paremta begalenybės ideja. Bet kadangi teisingu Bolzano pasakymu, kur jeina begalenybės sąvoka, ten daugiausia atsiranda paradoksų, todel ir nenuostabu, kad tiesiosios esmė tebėra ligšiol nesusekta, nes ją laiko apsiautę šimtai įvairiausių paradoksų ir sofizmų.

7. Bet iš to, kad ji ligšiol nesusekta, visai neišeina, kad ji ir niekados nebus susekta. Amžino ignoramus, ignorabimus matematika nežino ir nepripažįsta. Neišgvaldomų

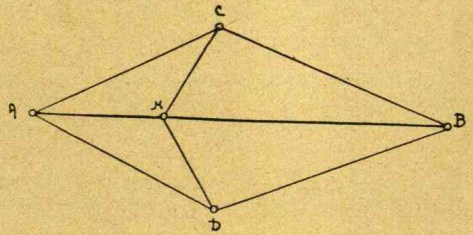
klausimų matematikoje nėra. Ko ji negal išspręsti šiandieną, išspręs po metų, po šimto ar tūkstančio. Pav. ratilo kvadratūros klausimui matematika yra pašventus apie 4000 metų, bet pagalios 1882 m. galutinai jį išsprendė. Taip bus ir su tiesiosios klausimu. Multi pertransibunt et augebitur scientia et debita solutione coronabitur. Taigi drąsos ir ištvermės! Geometrijos pamatus daug kas yr tyrinėjęs; aplink juos giliai knistasi, kasinėta, bet, matyt, reikia kastis dar giliau. Ikšiol tą darbą dirbo kiti, nūn metas stoti ir mums lietuviams. Ačiu Dievui mes susilaukėm jau savo universiteto; bet universitą sudaro ne sienos tik žmonės, ypač karšti tiesos mylėtojai ir jos uolūs ieškotojai. Aš neabejoju, kad ieškotojų yra ir šiame nemažame tamstų būrely. Taigi tikrai būsiu laimingas, jei tamstos savo giliais mokslo tyrimais plačiai išgarsinsit šio mūsų universiteto garbę. Šį tikslą neabejotinai atsieksit, jei tik būsit ištikimi kiekvieno tikro tyrėjo obalsiui: soli veritati — vienai tik tiesai. Taigi ir baigiu Amžinos Tiesos žodžiais: Ieškokite ir rasite! Bet tiesos ieškokite ne paviršiuj, tik mokslų giliuose pagrinduose, nes iš ten tik, iš tų tamsių gilybių ir tekįla skaisčiausi mokslo šviesa ir svarbiausi žmonijai išradimai. Mes užtektinai esam parodę gabumų valstybę sukurdami, nūn parodykim, kad mes sugebam ir mokslą kurti. Mūsų didvyrių skaičiuje teatsiranda galop ir tikrų mokslavyrių.



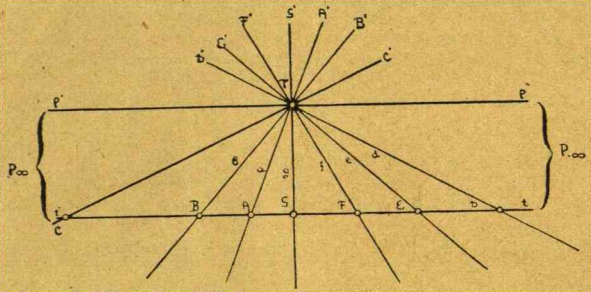
Bı 2.



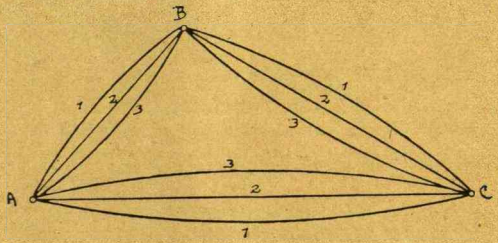
Bı 3.



Bı 4.



Bi 5.



Bi 6.

Garbės prof. A. Dambrauskas.

Apie sukrautines stačiakampes trigonometrijos sistemas.

(Ueber zusammengesetzte rechtwinklige trigonometrische Systeme).

(Dedama pasiūlius prof. *O. Volk'ui.*)

Mūsų papraston trigonometrijos sistemon, kaip žinom, įeina: 1) du pastoviu dydžiu — ratilo stipinas (spindulys) $r = 1$ ir sinų, tangensų bei kotangensu kryptis $\varphi = \frac{\pi}{2}$, ir 2) šešios kintamos trigonometriškos funkcijos — sinas, kosinas, tangensas, kotangensas, sekansas ir kosekansas. Naujose trigonometrijos sistemose mes jas žymėsime trumpais simbolais — *s, c, t, k, z, q,* pridurdami prie jų ir septinąjį *r,* reiškiantį ratilo stipiną (spindulį), kuris čia virsta irgi kintamąja funkcija; ją iš lotynų kalbos vadinsime r a d i j u m. Jei prireiktų konkrečiau apibrėžti tas funkcijas, dėsime jų simbolų apačioj kampo pažymėjimą; pav. s_α reikš kampo α siną, t_α — jo tangensą, r_α — jo radiją ir t.t.

Iš dviejų pastovių dydžių ypatingą reikšmę turi kryptis φ. Mūsų naprastoj trigonometrijos sistemoj ji yra lygi stačiajam kampui. Ilgą laiką ji išbuvo neliečiama. Bet XIX amžiaus vidury vokiečių matematikas U n v e r z a g t a s išdrįso krypties stačiąjį kampą pakeisti bet kokiu kitu kampu α, nelygiu stačiajam [1]). Šią mintį vėliau praplečia B i e h r i n g e r i s [2]). Gautąsias prie naujos krypties naujas trigonometrijos funkcijas jis pavadino į ž u l i o m i s trigonometriškomis funkcijomis (schiefe trigonometrische Funktionen).

---

[1]) *Braunmühl.* Geschichte der Trigonometrie II Bd.. 245 S.

[2]) *Biehringer.* Ueber die schiefen trigonometrischen Funktionen und ihre Anwendungen. Nordlingen. 1877.

Nepriklausomai nuo šių dviejų 1906 m. aš esu priėjęs netik krypties įžulumo, bet ir jos kintamumo idėją. Pasigaudamas jų dviejų, aš įrodžiau, kad vienetinių naujų trigonometrijos sistemų yra viso labo 28, o sukrautinių begalinė daugybė [1]).

Iš šių pastarųjų lengviausiai pasiduoda tyrimui sistemos, turinčios tą pat kryptį, kaip ir mūsų paprastoji sistema, t. y. stačiakampės. Joms ir paskirtas šis straipsnis.

I.

Pradžiai imkim iš jų pačias paprasčiausias, būtent tas, kurios susidaro, taikant jų trigonometriškoms funkcijoms keturis elementarius aritmetikos veiksmus, pradėdami nuo dauginimo.

Tesie pirmuoju tų sistemų tipu $S_{\varphi=\frac{\pi}{2}}^{\psi\sigma=a^2}$, kame simbolių ψ, σ vietoj gali stovėti bet kuri iš septynerių trigonometriškų funkcijų *s, c, t, k, z, q, r*. Tų sistemų skaičių surasime iš žinomos kombinavimo be pakartojimų formulos:

$$(1)\quad C_n^{(k)} = \frac{n\,(n-1)\,(n-2)\ldots(n-k+1)}{k!} = \frac{n!}{(n-k)!\,k!}$$

Jis bus lygus 21.

Visos tos sistemos nuo paprastai vartojamosios skirsis tuo, kad jose r — radijus nebus pastovus, bet, kampams keičiantis, keisis, tapdamas atskira trigonometrijos funkcija. Bet visos panėšės į mūsų paprastąją sistemą $S_{\varphi=\frac{\pi}{2}}^{r=1}$ tuo, kad turės tą pačią kryptį φ, nustatytą stačiuoju kampu. Dėliai to geometriškasis visų tų sistemų vaizdas bus toks pat, kaip ir paprastoj mūsų trigonometrijos sistemoj (žiūr. 1 brėž.).

---

[1]) Sk. Pri novaj trigonometriaj sistemoj. Originale verkis prof. A. Dombrovski. Berlino Möller et Borel 1906, 32 p. in-8, o taipgi prancūziškai: Nouveaux systèmes trigonométriques par A. Dombrovski, traduit de l'Espéranto par E. Lefèvre, professeur à l'École militaire de Belgique. Gand, imprimerie F. Meyer 1908, 42 p. in-8 ir praplėstą lietuvišką laidą: A. Jakšto. Naujos trigonometriškos sistemos. Berlynas O. Elsnerio spaustuvė 1922, 72 p. in-8.

Čia SN bus kampo α sinas s_α, ON — kosinas c_α, TG — tangensas t_α, KQ — kotangensas k_α, OT — sekansas z_α, OQ — kosekansas q_α, OK = OS = OG stipinas r_α. Punktai S, T ir Q turi kiekvienoj sistemoj didelės reikšmės, nes jų geometriškos vietos, kampams bekintant, sudaro paprastai t r i s k r e i v e s [1]), charakterizuojančias kiekvieną paimtąją sistemą. Iš jų S kreivę vadinsime s i n u s a l e, T kreivę — t a n g e n s a l e ir Q kreivę — k o t a n g e n s a l e. Jų lyginiams (lygtims) surasti, reikia nustatyti punktų S, T ir Q koordinatų x, y santykiai su minėtomis septyneriomis trigonometriškomis funkcijomis. Tie santykiai pigiai surandami iš 1 brėžinio ir pamatinių, kiekvienai stačiakampei sistemai, bendrų lygybių:

$$(2)\quad \begin{cases} \frac{s}{r} = \sin, \quad \frac{t}{r} = \frac{s}{c} = \operatorname{tg}, \quad \frac{z}{r} = \frac{r}{c} = \sec \\ \frac{c}{r} = \cos, \quad \frac{k}{r} = \frac{s}{c} = \operatorname{ctg}, \quad \frac{q}{r} = \frac{r}{s} = \operatorname{cosec} \end{cases}$$

iš kur randam:

$$(2)'\qquad t = \frac{rs}{c}, \quad z = \frac{r^2}{c}, \quad k = \frac{rc}{s}, \quad q = \frac{r^2}{s}.$$

Remiantis (2) ir (2)' ir 1 brėžiniu, punktų S, T ir Q koordinatų santykiams su trigonometriškomis funcijomis nustatyti gaunama šios lygybės:

punkto S koordinatoms:

$$(3)\quad \begin{cases} x = c \\ y = s \\ \sqrt{x^2 = y^2} = r \\ \frac{y}{x}\sqrt{x^2 + y^2} = t \\ \frac{x}{y}\sqrt{x^2 + y^2} = k \\ \frac{x^2 + y^2}{x} = z \\ \frac{x^2 + y^2}{y} = q \end{cases}$$

punkto T koordinatoms:

$$(4)\quad \begin{cases} x = r \\ y = t \\ \sqrt{x^2 + y^2} = z \\ \frac{x}{y}\sqrt{x^2 + y^2} = q \\ \frac{x^2}{y} = k \\ \frac{xy}{\sqrt{x^2 + y^2}} = s \\ \frac{x^2}{\sqrt{x^2 + y^2}} = c \end{cases}$$

punkto Q koordinatoms:

$$(5)\quad \begin{cases} y = r \\ x = k \\ \sqrt{x^2 + y^2} = q \\ \frac{y^2}{x} = t \\ \frac{y}{x}\sqrt{x^2 + y^2} = z \\ \frac{y^2}{\sqrt{x^2 + y^2}} = s \\ \frac{xy}{\sqrt{x^2 + y^2}} = c \end{cases}$$

[1]) Kai kuriais atvėjais jos gali būti ir t i e s i o m i s.

Naudojantis lygybėmis (3), (4), (5) ir sąlyga $\psi\sigma = a^2$, kur φ ir σ vietoj gal stovėti bet kokia, tik ne ta pati trigonometrijos funkcija, pigiai prieinama visų tipo $S_{\varphi=\frac{\pi}{2}}^{\psi\sigma = a^2}$ sistemas charakterizuojančių kreivių — sinusalių, tangesalių, ir kotangensalių lyginiai (lygtys). Pirmasis juose reikš sinusalę, antrasis — tangensalę, trečiasis — kotangensalę. Štai tie lyginiai kiekvienai iš 21 tipo $S_{\psi=\frac{\pi}{2}}^{\psi\sigma = a^2}$ sistemai:

1. $S_{\varphi=\frac{\pi}{2}}^{rs = a^2}$

$$(6)\quad \begin{cases} y\sqrt{x^2+y^2} = a^2 \\ \dfrac{x^2y}{\sqrt{x^2+y^2}} = a^2 \\ \dfrac{y^3}{\sqrt{x^2+y^2}} = a^2 \end{cases}$$

2. $S_{\varphi=\frac{\pi}{2}}^{rc = a^2}$

$$(7)\quad \begin{cases} x\sqrt{x^2+y^2} = a^2 \\ \dfrac{x^3}{\sqrt{x^2+y^2}} + a^2 \\ \dfrac{xy^2}{\sqrt{x^2+y^2}} = a^2 \end{cases}$$

3. $S_{\varphi=\frac{\pi}{2}}^{rt = a^2}$

$$(8)\quad \begin{cases} \dfrac{y}{x}(x^2+y^2) = a^2 \\ xy = a^2 \\ \dfrac{y^3}{x} = a^2 \end{cases}$$

4. $S_{\varphi=\frac{\pi}{2}}^{rk = a^2}$

$$(9)\quad \begin{cases} \dfrac{x}{y}(x^2+y^2) = a^2 \\ \dfrac{x^3}{y} = a^2 \\ xy = a^2 \end{cases}$$

5. $S_{\varphi=\frac{\pi}{2}}^{rz = a^2}$

$$(10)\quad \begin{cases} \dfrac{\sqrt{(x^2+y^2)^3}}{x} = a^2 \\ x\sqrt{x^2+y^2} = a^2 \\ \dfrac{y^2}{x}\sqrt{x^2+y^2} = a^2 \end{cases}$$

6. $S_{\varphi = \frac{\pi}{2}}^{rq} = a^2$

(11)
$$\begin{cases} \frac{\sqrt{(x^2+y^2)^3}}{y} = a^2 \\ \frac{x^2}{y}\sqrt{x^2+y^2} = a^2 \\ y\sqrt{x^2+y^2} = a^2 \end{cases}$$

7. $S_{\varphi = \frac{\pi}{2}}^{sc} = a^2$

(12)
$$\begin{cases} xy = a^2 \\ \frac{x^3y}{x^2+y^2} = a^2 \\ \frac{xy^3}{x^2+y^2} = a^2 \end{cases}$$

8. $S_{\varphi = \frac{\pi}{2}}^{st} = a^2$

(13)
$$\begin{cases} \frac{y^2}{x}\sqrt{x^2+y^2} = a^2 \\ \frac{xy^2}{\sqrt{x^2+y^2}} = a^2 \\ \frac{y^4}{x\sqrt{x^2+y^2}} = a^2 \end{cases}$$

9. $S_{\varphi = \frac{\pi}{2}}^{sk} = a^2$

(14)
$$\begin{cases} x\sqrt{x^2+y^2} = a^2 \\ \frac{x^3}{\sqrt{x^2+y^2}} = a^2 \\ \frac{xy^2}{\sqrt{x^2+y^2}} = a^2 \end{cases}$$

10. $S_{\varphi = \frac{\pi}{2}}^{sz} = a^2$

(15)
$$\begin{cases} \frac{y}{x}\left(x^2+y^2\right) = a^2 \\ xy = a^2 \\ \frac{y^3}{x} = a^2 \end{cases}$$

11. $S_{\varphi = \frac{\pi}{2}}^{sq} = a^2$

(16)
$$\begin{cases} x^2+y^2 = a^2 \\ x^2 = a^2 \\ y^2 = a^2 \end{cases}$$

12. $S_{\varphi = \frac{\pi}{2}}^{ct} = a^2$

(17)
$$\begin{cases} y\sqrt{x^2+y^2} = a^2 \\ \frac{x^2y}{\sqrt{x^2+y^2}} = a^2 \\ \frac{y^3}{\sqrt{x^2+y^2}} = a \end{cases}$$

13. $S_{y = \frac{\pi}{2}}^{ck} = a^2$

(18)
$$\begin{cases} \frac{x^2}{y}\sqrt{x^2+y^2} = a^2 \\ \frac{x^4}{y\sqrt{x^2+y^2}} = a^2 \\ \frac{x^2y}{\sqrt{x^2+y^2}} = a^2 \end{cases}$$

14. $S_{\varphi = \frac{\pi}{2}}^{cz} = a^2$

(19) $\begin{cases} x^2 + y^2 = a^2 \\ x^2 = a^2 \\ y^2 = a^2 \end{cases}$

15. $S_{\varphi = \frac{\pi}{2}}^{cq} = a^2$

(20) $\begin{cases} \frac{x}{y}(x^2+y^2) = a^2 \\ \frac{x^3}{y} = a^2 \\ xy = a^2 \end{cases}$

16. $S_{\varphi = \frac{\pi}{2}}^{tz} = a^2$

(21) $\begin{cases} x^2 + y^2 = a^2 \\ x^2 = a^2 \\ y^2 = a^2 \end{cases}$

17. $S_{\varphi = \frac{\pi}{2}}^{tz} = a^2$

(22) $\begin{cases} \frac{y\sqrt{(x^2+y^2)^3}}{x^2} = a^2 \\ y\sqrt{x^2+y^2} = a^2 \\ \frac{y^3}{x^2}\sqrt{x^2+y^2} = a^2 \end{cases}$

18. $S_{\varphi = \frac{\pi}{2}}^{tq} = a^2$

(23) $\begin{cases} \frac{\sqrt{(x^2+y^2)^3}}{x} = a^2 \\ x\sqrt{x^2+y^2} = a^2 \\ \frac{y^2}{x}\sqrt{x^2+y^2} = a^2 \end{cases}$

19. $S_{\varphi = \frac{\pi}{2}}^{kz} = a^2$

(24) $\begin{cases} \frac{\sqrt{(x^2+y^2)^3}}{y} = a^2 \\ \frac{x^2}{y}\sqrt{x^2+y^2} = a^2 \\ \sqrt{x^2+y^2} = a^2 \end{cases}$

20. $S_{\varphi = \frac{\pi}{2}}^{kq} = a^2$

(25) $\begin{cases} \frac{x\sqrt{(x^2+y^2)^3}}{y^2} = a^2 \\ \frac{x^3\sqrt{x^2+y^2}}{y^2} = a^2 \\ x\sqrt{x^2+y^2} = a^2 \end{cases}$

21. $S_{\varphi = \frac{\pi}{2}}^{zq} = a^2$

(26) $\begin{cases} \frac{(x^2+y^2)^2}{xy} = a^2 \\ \frac{x}{y}(x^2+y^2) = a^2 \\ \frac{y}{x}(x^2+y^2) = a^2 \end{cases}$

Peržiūrėję aukščiau paduotąsias lyginių sistemas rasime, kad ju kai kurios, kaip šit (6) ir (17), (7) ir (14), (8) ir (15), (9) ir (20), (10) ir (23), (11) ir (24), (16), (19) ir (21) yraidetiškos. Kitos vėl, kaip šit (6) ir (7), (8) ir (9), (10) ir (11), (13) ir (18), (15) ir (20), (22) ir (25), (23) ir (24) yra sudarytos iš tų pat kreivių, tik kitaip pakreiptų ir einančių kita tvarka, pav. tam tikra kreivė vienoj sistemoj yra tangensalė, kitoj ji figuruoja kaipo kotangensalė ir atvirkščiai. Neturi sau identiškų nei analogiškų vien keturios, būtent (12), (14), (17) ir (26).

Iš aukščiau pažymėto kreivių identiškumo plaukia savaime ir pačių tomis kreivėmis charakterizuojamųjų trigonometrijos sistemų identiškumas. Tų sistemų yra 15, būtent

$$S_{\varphi}^{rs} = a^2 \frac{\pi}{2} = S_{\varphi}^{ct} = a^2 \frac{\pi}{2}$$

$$S_{\varphi}^{rc} = a^2 \frac{\pi}{2} = S_{\varphi}^{sk} = a^2 \frac{\pi}{2}$$

$$S_{\varphi}^{rt} = a^2 \frac{\pi}{2} = S_{\varphi}^{sz} = a^2 \frac{\pi}{2}$$

$$S_{\varphi}^{rk} = a^2 \frac{\pi}{2} = S_{\varphi}^{cq} = a^2 \frac{\pi}{2}$$

$$S_{\varphi}^{z} = a^2 \frac{\pi}{2} = S_{\varphi}^{tq} = a^2 \frac{\pi}{2}$$

$$S_{\varphi}^{rq} = a^2 \frac{\pi}{2} = S_{\varphi}^{kz} = a^2 \frac{\pi}{2}$$

$$S_{\varphi}^{sq} = a^2 \frac{\pi}{2} = S_{\varphi}^{cz} = a^2 \frac{\pi}{2} = S_{\varphi}^{tk} = a^2 \frac{\pi}{2}$$

Jų lygumas pigiai įrodomas pamatinėmis formulomis (2) ir (2)'. Pastarosios trys sistemos, prie $a = 1$ virsta identiškomis mūsų paprastai vartojamai sistemai $S_{\varphi}^{r} = 1 \frac{\pi}{2}$.

Kaip parodo lyginiai nuo (6) lig (26), paimtąsias sistemas charakterizuoja įvairios 2-jo ir aukštesnių laipsnių kreivės, kurios tik retkarčiais virsta tiesėmis. Tų kreivių įvairumas gana didelis — nuo 2-jo lig 8-jo laipsnio. Jų dauguma yra simetriškos, turinčios simetrijos ašim katrą nors iš koordinatų ašių.

II.

Nūn imkim sukrautines stačiakampes sistemas tipo $S_{\varphi}^{\psi \pm \sigma = a} = \frac{\pi}{2}$,

kame vietoj ψ ir σ gali stovėti bet kokios, tik ne tos pačios, trigonometrijos funkcijos. Tų sistemų bus taipgi 21. Jos irgi turi savo sinusales, tangensales ir kontangensales kreives, kurių lyginiai (lygtys) kiekvienai sistemai bus šie:

1. $S_{\varphi}^{r \pm s = a} = \frac{\pi}{2}$

(27)
$$\begin{cases} \sqrt{x^2+y^2} \pm y = a \\ x \pm \frac{xy}{\sqrt{x^2+y^2}} = a \\ y \pm \frac{y^2}{\sqrt{x^2+y^2}} = a \end{cases}$$

2. $S_{\varphi}^{r \pm c = a} = \frac{\pi}{2}$

(28)
$$\begin{cases} \sqrt{x^2+y^2} \pm x = a \\ x \pm \frac{x^2}{\sqrt{x^2+y^2}} = a \\ y \pm \frac{xy}{\sqrt{x^2+y^2}} = a \end{cases}$$

3. $S_{\varphi}^{r \pm t = a} = \frac{\pi}{2}$

(29)
$$\begin{cases} \sqrt{x^2+y^2} \pm \frac{y}{x}\sqrt{x^2+y^2} = a \\ x \pm y = a \\ y \pm \frac{y^2}{x} = a \end{cases}$$

4. $S_{\varphi}^{r \pm k = a} = \frac{\pi}{2}$

(30)
$$\begin{cases} \sqrt{x^2+y^2} \pm \dfrac{x}{y}\sqrt{x^2+y^2} = a \\ x \pm \dfrac{x^2}{y} = a \\ y \pm x = a \end{cases}$$

5. $S^{r \pm z = a}_{\varphi = \frac{\pi}{2}}$

(31)
$$\begin{cases} \sqrt{x^2+y^2} \pm \dfrac{x^2+y^2}{x} = a \\ x \pm \sqrt{x^2+y^2} = a \\ y \pm \dfrac{y}{x}\sqrt{x^2+y^2} = a \end{cases}$$

6. $S^{r \pm q = a}_{\varphi = \frac{\pi}{2}}$

(32)
$$\begin{cases} \sqrt{x^2=y^2} \pm \dfrac{x^2+y^2}{y} = a \\ x \pm \dfrac{x}{y}\sqrt{x^2+y^2} = a \\ y \pm \sqrt{x^2+y^2} = a \end{cases}$$

7. $S^{s \pm c = a}_{y = \frac{\pi}{2}}$

(33)
$$\begin{cases} y \pm x = a \\ \dfrac{xy}{\sqrt{x^2+y^2}} \cdot \dfrac{x^2}{\sqrt{x^2+y^2}} = a \\ \dfrac{y^2}{\sqrt{x^2+y^2}} \pm \dfrac{xy}{\sqrt{x^2+y^2}} = a \end{cases}$$

8. $S^{s \pm t = a}_{\varphi = \frac{\pi}{2}}$

(34)
$$\begin{cases} y \pm \frac{y}{x}\sqrt{x^2+y^2} = a \\ \frac{xy}{\sqrt{x^2+y^2}} \pm y = a \\ \frac{y^2}{\sqrt{x^2+y^2}} \pm \frac{y^2}{x} = a \end{cases}$$

9. $S^{s \pm k = a}_{\varphi = \frac{\pi}{2}}$

(35)
$$\begin{cases} y \pm \frac{x}{y}\sqrt{x^2+y^2} = a \\ \frac{xy}{\sqrt{x^2+y^2}} \pm \frac{x^2}{y} = a \\ \frac{y^2}{\sqrt{x^2+y^2}} \pm x = a \end{cases}$$

10. $S^{s \pm z = a}_{\varphi = \frac{\pi}{2}}$

(36)
$$\begin{cases} y \pm \frac{x^2+y^2}{x} = a \\ \frac{xy}{\sqrt{x^2+y^2}} \pm \sqrt{x^2+y^2} = a \\ \frac{y^2}{\sqrt{x^2+y^2}} \pm \frac{y}{x}\sqrt{x^2+y^2} = a \end{cases}$$

11. $S^{s \pm q = a}_{\varphi = \frac{\pi}{2}}$

(37)
$$\begin{cases} y \pm \frac{x^2+y^2}{y} = a \\ \frac{xy}{\sqrt{x^2+y^2}} \pm \frac{x}{y}\sqrt{x^2+y^2} = a \\ \frac{y^2}{\sqrt{x^2+y^2}} \pm \sqrt{x^2+y^2} = a \end{cases}$$

12. $S_{\varphi=\frac{\pi}{2}}^{c \pm t = a}$

(38)
$$\begin{cases} x \pm \frac{y}{x}\sqrt{x^2+y^2} = a \\ \frac{x^2}{\sqrt{x^2+y^2}} \pm y = a \\ \frac{xy}{\sqrt{x^2+y^2}} \pm \frac{y^2}{x} = a \end{cases}$$

13. $S_{\varphi=\frac{\pi}{2}}^{c \pm k = a}$

(39)
$$\begin{cases} x \pm \frac{x}{y}\sqrt{x^2+y^2} = a \\ \frac{x^2}{\sqrt{x^2+y^2}} \pm \frac{x^2}{y} = a \\ \frac{xy}{\sqrt{x^2+y^2}} \pm x = a \end{cases}$$

14. $S_{\varphi=\frac{\pi}{2}}^{c \pm z = a}$

(40)
$$\begin{cases} x \pm \frac{x^3+y^2}{x} = a \\ \frac{x^2}{\sqrt{x^2+y^2}} \cdot \sqrt{x^2+y^2} = a \\ \frac{xy}{\sqrt{x^2+y^2}} \pm \frac{y}{x}\sqrt{x^2+y^2} = a \end{cases}$$

15. $S_{\varphi=\frac{\pi}{2}}^{c \pm q = a}$

(41)
$$\begin{cases} x \pm \dfrac{x^2+y^2}{y} = a \\ \dfrac{x^2}{\sqrt{x^2+y^2}} \pm \dfrac{x}{y}\sqrt{x^2+y^2} = a \\ \dfrac{xy}{\sqrt{x^2+y^2}} \pm \sqrt{x^2+y^2} = a \end{cases}$$

16. $S_{\varphi = \frac{\pi}{2}}^{t \pm k = a}$

(42)
$$\begin{cases} \dfrac{y}{x}\sqrt{x^2+y^2} \pm \dfrac{x}{y}\sqrt{x^2+y^2} = a \\ y \pm \dfrac{x^2}{y} = a \\ \dfrac{y^2}{x} \pm x = a \end{cases}$$

17. $S_{\varphi = \frac{\pi}{2}}^{t \pm z = a}$

(43)
$$\begin{cases} \dfrac{y}{x}\sqrt{x^2+y^2} \pm \dfrac{x^2+y^2}{x} = a \\ y \pm \sqrt{x^2+y^2} = a \\ \dfrac{y^2}{x} \pm \dfrac{y}{x}\sqrt{x^2+y^2} = a \end{cases}$$

18. $S_{\varphi = \frac{\pi}{2}}^{t \pm q = a}$

(44)
$$\begin{cases} \dfrac{y}{x}\sqrt{x^2+y^2} \pm \dfrac{x^2+y^2}{y} = a \\ y \pm \dfrac{x}{y}\sqrt{x^2+y^2} = a \\ \dfrac{y^2}{x} \pm \sqrt{x^2+y^2} = a \end{cases}$$

19. $S_{\varphi = \frac{\pi}{2}}^{k \pm z = a}$

(45)
$$\begin{cases} \frac{x}{y}\sqrt{x^2+y^2} \pm \frac{x^2+y^2}{x} = a \\ \frac{x^2}{y} \pm \sqrt{x^1+y^2} = a \\ x \pm \frac{y}{x}\sqrt{x^2+y^2} = a \end{cases}$$

20. $S_{\varphi = \frac{\pi}{2}}^{k \pm q = a}$

(46)
$$\begin{cases} \frac{x}{y}\sqrt{x^2+y^2} \pm \frac{x^2+y^2}{y} = a \\ \frac{x^2}{y} \pm \frac{x}{y}\sqrt{x^2+y^2} = a \\ x \pm \sqrt{x^2+y^2} = a \end{cases}$$

21. $S_{\varphi = \frac{\pi}{2}}^{z \pm q = a}$

(47)
$$\begin{cases} \frac{x^2+y^2}{x} \pm \frac{x^2+y^2}{y} = a \\ \sqrt{x^2+y^2} \pm \frac{x}{y}\sqrt{x^2+y^2} = a \\ \frac{y}{x}\sqrt{x^2+y^2} \pm \sqrt{x^2+y^2} = a \end{cases}$$

Kaip iš palyginimo šių lyginių matome, sistemose tipo $S_{\varphi = \frac{\pi}{2}}^{\varphi \pm \sigma = a}$ visai nėra identiškų, bet yra analogiškų, turinčių tas pat kreives, tik kitaip nukreiptas ir kitokia tvarka sustatytas, k. š. (29) ir (30), (31) ir (32), (36) ir (41) (38) ir (39). Kreivių įvairumas taipgi labai didelis, nors pasitaiko ir pasikartojančių.

Bet jos ten esti arba pasuktos tam tikru kampu, arba turi kitokią reikšmę, būdamos vienur sinusalėmis, kitur tangensalėmis, trečiur — kotangensalėmis.

III.

Pažinę sistemas tipų $S^{\phi\sigma = a^2}_{\varphi = \frac{\pi}{2}}$ ir $S^{\phi \pm \sigma = a}_{\varphi = \frac{\pi}{2}}$, patyrinėkim nūn sistemas tipo $S^{\frac{\phi}{\sigma} = a}_{\varphi = \frac{\pi}{2}}$, kame vietoj ϕ ir σ gali stovėti irgi bet kokios, tik ne tos pačios trigonometrijos funkcijos. Tų sistemų bus taipgi 21. Svarbiausia jų ypatybė yra ta, kad jų sinusalės, tangesalės ir kotengensalės yra idendiškos, kaipo išreiškiamos tuo pačiu lyginiu. Tačiau tie lyginiai kiekvienai neidentiškai sistemai yra kitoki. Štai jie:

1. $S^{\frac{r}{s} = a}_{\varphi = \frac{\pi}{2}}$

(41) $\frac{\sqrt{x^2 + y^2}}{y} = a$ iš kur gaunama $\frac{y}{x} = tg\lambda = \frac{1}{\sqrt{a^2 - 1}}$

2. $S^{\frac{r}{c} = a}_{\varphi = \frac{\pi}{2}}$

(42) $\frac{\sqrt{x^2 + y^2}}{x} = a$ iš kur gaunama $\frac{y}{x} = tg\lambda = \sqrt{a^2 - 1}$

3. $S^{\frac{r}{t} = a}_{\varphi = \frac{\pi}{2}}$

(43) $\frac{x}{y} = a$, iš kur gaunama $\frac{y}{x} = tg\lambda = \frac{1}{a}$

4. $S^{\frac{r}{k} = a}_{\varphi = \frac{\pi}{2}}$

(44) $\frac{y}{x} = a$, iš kur gaunama $\frac{y}{x} = tg\lambda = a$

5. $S_{\varphi = \frac{\pi}{2}}^{\frac{r}{z} = a}$

(45) $\frac{x}{\sqrt{x^2 + y^2}} = a$, iš kur gaunama $\frac{y}{x} = tg\lambda = \frac{\sqrt{1 - a^2}}{a}$

6. $S_{\varphi = \frac{\pi}{2}}^{\frac{r}{q} = a}$

(46) $\frac{y}{\sqrt{x^2 + y^2}} = a$, iš kur gaunama $\frac{y}{x} = tg\lambda = \frac{a}{\sqrt{1 - a^2}}$

7. $S_{\varphi = \frac{\pi}{2}}^{\frac{s}{c} = a}$

(47) $\frac{y}{x} = a$, iš kur gaunama $\frac{y}{x} = tg\lambda = a$,

8. $S_{\varphi = \frac{\pi}{2}}^{\frac{s}{t} = a}$

(48) $\sqrt{\frac{x}{x^2 + y^2}} = a$, iš kur gaunama $\frac{y}{x} = tg\lambda = \frac{\sqrt{1 - a^2}}{a}$,

9. $S_{\varphi = \frac{\pi}{2}}^{\frac{s}{k} = a}$

(49) $\sqrt{\frac{y^2}{x^2 + y^2}} = a$, iš kur gaun. $\frac{y}{x} = tg\lambda = a\sqrt{\frac{1 \pm \sqrt{a^2 + 4}}{2}}$,

10. $S_{\varphi = \frac{\pi}{2}}^{\frac{s}{z} = a}$

(50) $\frac{xy}{x^2 + y^2} = a$, iš kur gaunama $\frac{v}{x} = tg\lambda = \frac{1 \pm \sqrt{1 - 4a^2}}{2a}$

11. $S_{\varphi=\frac{\pi}{2}}^{\frac{s}{q}} = a$

(51) $\frac{y^2}{x^2+y^2} = a$, iš kur gaunama $\frac{y}{x} = tg\lambda = \sqrt{\frac{a}{1-a}}$,

12. $S_{\varphi=\frac{\pi}{2}}^{\frac{c}{t}} = a$

(52) $\frac{x^2}{y\sqrt{x^2+y^2}} = a$, iš kur gaun. $\frac{y}{x} = tg\lambda = \sqrt{\frac{-a\pm\sqrt{a^2+4}}{2a}}$

13. $S_{\varphi=\frac{\pi}{2}}^{\frac{c}{k}} = a$

(53) $\frac{y}{\sqrt{x^2+y^2}} = a$, iš kur gaunama $\frac{y}{x} = tg\lambda = \frac{a}{\sqrt{1-a^2}}$

14. $S_{\varphi=\frac{\pi}{2}}^{\frac{c}{z}} = a$

(54) $\frac{x^2}{x^2+y^2} = a$, iš kur gaunama $\frac{y}{x} = tg\lambda = \sqrt{\frac{1-a}{a}}$,

15. $S_{\varphi=\frac{\pi}{2}}^{\frac{c}{q}} = a$

(55) $\frac{xy}{x^2+y^2} = a$, iš kur gaunama $\frac{y}{x} = tg\lambda = \frac{1\pm\sqrt{1-4a^2}}{2a}$,

16. $S_{\varphi=\frac{\pi}{2}}^{\frac{t}{k}} = a$

(56) $\frac{y^2}{x^2} = a$, iš kur gaunama $\frac{y}{x} = tg\lambda = \sqrt{a}$

17. $S_{\varphi=\frac{\pi}{2}}^{\frac{t}{z}} = a$

(57) $\frac{y}{\sqrt{x^2+y^2}} = a$, iš kur gaunama $\frac{y}{x} = tg\lambda = \frac{a}{\sqrt{1-a^2}}$

18. $S_{\varphi}^{\frac{t}{q}} = a \quad \varphi = \frac{\pi}{2}$

(58) $\frac{y^2}{x\sqrt{x^2+y^2}} = a$, iš kur gaun. $\frac{y}{x} = tg\lambda = a\sqrt{\frac{1 \pm \sqrt{a^2+4}}{2}}$

19. $S_{\varphi}^{\frac{k}{z}} = a \quad \varphi = \frac{\pi}{2}$

(59) $\frac{x^2}{y\sqrt{y^2+y^2}} = a$, iš kur gaun. $\frac{y}{x} = tg\lambda = \sqrt{\frac{-a \pm \sqrt{a^2+4}}{2a}}$

20. $S_{\varphi}^{\frac{k}{q}} = a \quad \varphi = \frac{\pi}{2}$

(60) $\frac{x}{\sqrt{x^2+y^2}} = a$, iš kur gaunama $\frac{y}{x} = tg\lambda = \frac{\sqrt{1-a^2}}{a}$

21. $S_{\varphi}^{\frac{z}{q}} = a \quad \varphi = \frac{\pi}{2}$

(61) $\frac{y}{x} = a$, iš kur gaunama $\frac{y}{x} = tg\lambda = a$

Pažiūrėję lyginius nuo (41) lig (61), matom, jog jų tarpe yra daug identiškų, būtent (44), (47) ir (61); (45), (48) ir (60); (46), (53) ir (57); (50) ir (55); (49) ir (58); (52) ir (59). Taigi identiškos bus ir atatinkamos jiems sistemos:

$$S_{\varphi}^{\frac{r}{k}} = a \quad \varphi = \frac{\pi}{2} \;=\; S_{\varphi}^{\frac{s}{c}} = a \quad \varphi = \frac{\pi}{2} \;=\; S_{\varphi}^{\frac{z}{q}} = a \quad \varphi = \frac{\pi}{2}$$

$$S_{\varphi}^{\frac{r}{z}} = a \quad \varphi = \frac{\pi}{2} \;=\; S_{\varphi}^{\frac{s}{t}} = a \quad \varphi = \frac{\pi}{2} \;=\; S_{\varphi}^{\frac{k}{q}} = a \quad \varphi = \frac{\pi}{2}$$

$$S_{\varphi=\frac{\pi}{2}}^{\frac{r}{q}=a} = S_{\varphi=\frac{\pi}{2}}^{\frac{c}{k}=a} = S_{\varphi=\frac{\pi}{2}}^{\frac{t}{z}=a}$$

$$S_{\varphi=\frac{\pi}{2}}^{\frac{s}{z}=a} = S_{\varphi=\frac{\pi}{2}}^{\frac{c}{q}=a}$$

$$S_{\varphi=\frac{\pi}{2}}^{\frac{s}{k}=a} = S_{\varphi=\frac{\pi}{2}}^{\frac{t}{q}=a}$$

$$S_{\varphi=\frac{\pi}{2}}^{\frac{c}{t}=a} = S_{\varphi=\frac{\pi}{2}}^{\frac{k}{z}=a}$$

Tų sistemų identiškumas galima patikrinti taipgi, remiantis fundamentalėmis (2) ir (2)' lygybėmis.

Kadangi sistemose tipo $S_{\varphi=\frac{\pi}{2}}^{\frac{\psi}{\sigma}=a}$ visos sinusalės, tangensalės ir kotangensalės sutampa ir kadangi visi jų lyginiai turi bendrą formą $y = mx$, tatai jos visos yra tiesės, einančios per koordinatų pradžią ir sudarančios su abscisų ašimi OX tam tikrą kampą λ, kurio dydis kiekvienai neidentiškai sistemai yra atskiras, kaip tai parodo lyginiai nuo (41) lig (61). Padė jus juose $a = 1$, gaunama bendras išsprendimas uždavinio: surasti kampas, kuriame dvi betkokios elementarės trigonomentriškos funkcijos būtų lygios viena antrai.

Antra bendra visų tų 21 sistemų ypatybė yra ta, kad jos kampe λ teturi visas reales trigometrijos funkcijas, kituose gi didesniuose ar mažesniuos neg λ, jos jokių realių funkcijų neturi. Taigi tos rūšies sistemos galima pavadinti nepilnomis ar vienakampėmis. Tokios pat vienakampės sistemos bus ir bendresnes tipo $S_{\varphi=\frac{\pi}{z}}^{\frac{\psi^m}{\sigma^m}=a}$. Bet jei ψ ir σ turės nelygius laipsnius,

pav. m ir n, tai prie sąlygos $\pm(m-n) \leqq 1$ sistemos tipo $S_{\varphi=\frac{\pi}{2}}^{\frac{\psi^m}{\sigma^n}=a}$

bus pilnos ir jų sinusalės, tangensalės ir kotangensalės, bus jau nebe tiesės, bet kreivės.

IV.

Aukščiau išvestieji sinusalių, tangensalių ir kotangensalių lyginiai nuo (6) lig (26), nuo (27) lig (47) ir nuo (41) lig (61) yra išreikšti paprastomis dekartiškomis koordinatomis. Tarp tų lyginių ir atatinkamų jiems sistemų nesimato jokio bendro ryšio. Tačiau jo ten esama, ir gana žymaus. Kad jis aikštėn išeitų, užtenka nurodytiejl lyginiai išreikšti polerėmis koordinatomis. Tuomet sinusalių tangensalių ir kotangensalių lyginiai pasirodys pareiną nuo sistemų tipo ir turį vieną bendrą išvaizdą, būtent:

tipo $S_{\varphi=\frac{\pi}{2}}^{\psi\sigma=a^2}$ sistemose ta išvaizda bus ši:

$$62 \quad \begin{cases} \rho = \dfrac{a}{\sqrt{\psi'_\omega \sigma'_\omega}} \\ \rho = \dfrac{a}{\cos\omega \sqrt{\psi'_\omega \sigma'_\omega}} \\ \rho = \dfrac{a}{\sin\omega \sqrt{\psi'_\omega \sigma'_\omega}} \end{cases}$$

o tipo $S_{\varphi=\frac{\pi}{2}}^{\psi\pm\sigma=a}$ sistemose bus ši:

$$(63) \quad \begin{cases} \rho = \dfrac{a}{\psi'_\omega \pm \sigma'_\omega} \\ \rho = \dfrac{a}{\cos\omega\left(\psi'_\omega \pm \sigma'_\omega\right)} \\ \rho = \dfrac{a}{\sin\omega\left(\psi'_\omega \pm \sigma'_\omega\right)} \end{cases}$$

kame atitinkamybė tarp simbolių ψ, σ ir ψ', σ' yra nustatyta sugretinimais nurodytais šioj lentelėj:

(64)

ψ, σ	r	s	c	t	k	z	q
ψ'_ω, σ'_ω	1	$\sin\omega$	$\cos\omega$	$\mathrm{tg}\,\omega$	$\mathrm{ctg}\,\omega$	$\sec\omega$	$\mathrm{cosec}\,\omega$

Liginiuose (62) ir (63) linijinę kordinatą pažymėjome simboliu ρ; faktiškai ji čia nesiskiria nuo naujos trigonometriškos funkcijos r a d i j a u s, kurią mes žymime simbollu r. Tai funkcijai mūsų paprastai vartojamojo trigonometrijoje atatinka nekintamas dydis = 1, kaip tai ir pažymėta lentelėje (64). Tai ir reikia turėti omeny, išvedžiojant atskirų sistemų lyginiai nuo (6) lig (26) ir nuo (25) lig (47) iš bendrų lyginių (62) ir (63).

Šiuodu gi pastaruoju lyginiu galima pigiai patikrinti jau tai paprastu dekartiškių koordinatų pakeitimu polerėmis lyginiuose nuo (6) lig (26) ir nuo (27) lig (47), jau tai remiantis pamatiniais santykiais:

$$(65)\qquad \frac{\sin}{s} = \frac{\cos}{c} = \frac{\mathrm{tg}}{t} = \frac{\mathrm{ctg}}{k} = \frac{\sec}{z} = \frac{\mathrm{cosec}}{q} = \frac{1}{r}$$

kurie yra bendri visoms tipo $S_{\varphi=\frac{\pi}{2}}$ sistemoms.

Pakeisdami dekartiškes koordinatas polerėmis lyginiuose nuo (41) lig (61), rasime, jog visuose juose linijinė koordinata ρ dingsta ir belieka tik viena kampinė ω, kuo ir parodoma, kad visos tipo $S^{\frac{\psi}{\sigma}=a}_{\varphi=\frac{\pi}{2}}$ sistemos yra ištikrųjų vienkampės.

V.

Jungdami keturiais aritmetiškais veiksmais po dvi trigonometriški funkciji, mes gavom tris sistemų tipus $S^{\psi\sigma=a^2}_{\varphi=\frac{\pi}{2}}$.

$S^{\psi\pm\sigma=a}_{\varphi=\frac{\pi}{2}}$ ir $S^{\frac{\psi}{\sigma}=a}_{\varphi=\frac{\pi}{2}}$, kurių kiekvienas turi po 21 atskirą trigonometrijos sistemą. Savaime aišku, kad tie trys tipai nėra vienatiniai, nes jungiant tais pat keturiais veiksmais trigonome-

trijos funkcijas krūvomis po 3, 4, 5, 6 ir 7, galima gauti naujų tipų, kurių skaičius ir įvairumas bus kur kas didesnis, neg trijų pirmųjų.

Ir ištikrųjų jungdami pav, keturiais veiksmais po tris trigonometrijos funkcijas, mes pigiai prieisime šiuos sistemų tipus:

$$S_{\varphi=\frac{\pi}{2}}^{\psi\sigma\lambda=a^3}, \quad S_{\varphi=\frac{\pi}{2}}^{\psi\sigma\pm\lambda=a^2}, \quad S_{\varphi=\frac{\pi}{2}}^{\psi\pm\sigma\pm\lambda=a}, \quad S_{\varphi=\frac{\pi}{2}}^{(\psi\pm\sigma)\lambda=a^2}$$

$$S_{\varphi=\frac{\pi}{2}}^{\frac{\psi\sigma}{\lambda}=a}, \quad S_{\varphi=\frac{\pi}{2}}^{\frac{\psi\pm\sigma}{\lambda}=a}$$

$$S_{\varphi=\frac{\pi}{2}}^{\frac{\lambda}{\psi\sigma}=a}, \quad S_{\varphi=\frac{\pi}{2}}^{\frac{\lambda}{\psi\pm\sigma}=a}$$

Kiekvienas iš tų 8 tipų turės po 35 atskiras sistemas, kaip tai parodo (1) form. Taigi jungiant trigonometrijos funkcijas po 3 be pakartojimų, gausime 280 naujų trigonometrijos sistemų, kurių kiekviena turės savo tris kreives, atskyrus tik tipų $S_{\varphi=\frac{\pi}{2}}^{\frac{\psi\pm\sigma}{\lambda}=a}$ ir

$S_{\varphi=\frac{\pi}{2}}^{\frac{\lambda}{\psi\pm\sigma}=a}$ sistemas, kurios bus vienakampės.

Jungiant trigonometrijos funkcijas be pakartojimų po 4, gaunama 21 tipas, kurių kiekvienas turės po 35 sistemas, taip kad jų čia viso labo bus 735. Iš jų tipų $S_{\varphi=\frac{\pi}{2}}^{\frac{\psi\pm\sigma\pm\lambda}{\mu}}$,

$S_{\varphi=\frac{\pi}{2}}^{\frac{\mu}{\psi\pm\sigma\pm\lambda}=a}$ $S_{\varphi=\frac{\pi}{2}}^{\frac{\psi\pm\sigma}{\lambda\pm\mu}=a}$ ir $S_{\varphi=\frac{\pi}{2}}^{\frac{\psi\sigma}{\lambda\mu}=a}$

sistemos bus vienakampės.

Tolesnę sukrautinių trigonometriškų sistemų statistiką skaitytojas ras žemiau dedamoje lentelėje (66):

Tipų rūšys	Kiek pamatinių tipų?	Kiek tiesioginių tipų?	Kiek atverstinių tipų?	Kiek visų tipų?	Kiek sistemų tipe?	Kiek visų sistemų?
Dvifunkciniai tipai .	3	0	0	3	21	63
Trifunkciniai „ .	4	2	2	8	35	280
Keturfunkciniai „ .	11	5	5	21	35	735
Penkiafunkciniai „ .	17	17	17	51	21	1071
Šešiafunkciniai „ .	37	46	46	129	7	903
Septynfunkciniai „ .	60	95	95	250	po 1 ir 7	1738
	132	165	165	462		4790

Šiame apskaityme tipai ir sistemos, kur figuruoja ženklas $\pm$, mūsų buvo imami už vieną. Bet kadangi tipai ir sistemos su p l i u s u skirias nuo tipų ir sistemų su m i n u s u, tatai tikrumoje tipų ir sistemų skaičius yra daug didesnis, neg (66) lentelėj nurodyta.

Išskyrus vienakampes, visos šios sistemos turi po tris kreives, kurių lyginiai remiantis (3), (4) ir (5) lygybėmis, lengva išvesti. Norėdami šį teigimą iliustruoti pavyzdžiais, imsime iš kiekvienos tipų rūšies po du tipu ir iš kiekvieno tipo po vieną sistemą, ir ieškosime atatinkamų toms sistemoms sinusalių, tangensalių ir kotangensalių lyginių.

Padėkime nuo trifunkcinių tipų rūšies. Pirmutinis tos rūšies tipas bus $S_{\varphi=\frac{\pi}{2}}^{\phi\sigma\lambda=a^3}$. Pirmutinė to tipo sistema bus $S_{\varphi=\frac{\pi}{2}}^{rsc=a^3}$. Jai atatinkamų trijų kreivių lyginiai bus šie:

$$(67)\quad \begin{cases} xy\sqrt{x^2+y^2}=a^3 \\ \dfrac{x^4y}{x^2+y^2}=a^3 \\ \dfrac{xy^4}{x^2+y^2}=a^3 \end{cases}$$

Kitas tos rūšies tipas tesie $S_{\varphi=\frac{\pi}{2}}^{\phi\pm\sigma+\lambda=a}$. Pirmutinė jo si-

stema bus: $S_{\varphi=\frac{\pi}{2}}^{r \pm s \pm c = a}$. Jos kreivių lyginiai bus šie:

$$(68)\quad \begin{cases} \sqrt{x^2+y^2} \pm y \pm x = a \\ x \pm \dfrac{xy}{\sqrt{x^2+y^2}} \pm \dfrac{x^2}{\sqrt{x^2+y^2}} = a \\ y \pm \dfrac{y^2}{\sqrt{x^2+y^2}} \pm \dfrac{xy}{\sqrt{x^2+y^2}} \end{cases}$$

Analogijos dėliai ir iš kitų tipų imsime tik tas sistemas, kuriose funkcijų padaugas ar suma turi nekintamą dydį. Atatinkamų toms sistemoms kreivių lyginiai bus šie:

a) tipo $S_{\varphi=\frac{\pi}{2}}^{\psi\sigma\lambda\mu = a^4}$ sistemos $S_{\varphi=\frac{\pi}{2}}^{rsct = a^4}$:

$$(69)\quad \begin{cases} y^2(x^2+y^2) = a^4 \text{ arba } y\sqrt{x^2+y^2} = a^2 \\ \dfrac{x^4y^2}{x^2+y^2} = a^4 \quad \text{„} \quad \dfrac{x^2y}{\sqrt{x^2+y^2}} = a^2 \\ \dfrac{x^2y^4}{x^2+y^2} = a^4 \quad \text{„} \quad \dfrac{xy^2}{\sqrt{x^2+y^2}} = a^2 \ ^{1}). \end{cases}$$

b) tipo $S_{\varphi=\frac{\pi}{2}}^{\psi \pm \sigma \pm \lambda \pm \mu = a}$ sistemos $S_{\varphi=\frac{\pi}{2}}^{r \pm s \pm c \pm t = a}$:

$$(70)\quad \begin{cases} \sqrt{x^2+y^2} \pm y \pm x \pm \dfrac{y}{x}\sqrt{x^2+y^2} = a \\ x \pm \dfrac{xy}{\sqrt{x^2+y^2}} \pm \dfrac{x^2}{\sqrt{x^2+y^2}} \pm y = a \\ y \pm \dfrac{y^2}{\sqrt{x^2+y^2}} \pm \dfrac{xy}{\sqrt{x^2+y^2}} \pm \dfrac{y^2}{x} = a \end{cases}$$

---

[1]) Tuo būdu lyginiai (69) yra identiški lyginiams taigi (ir 6), sistema $S_{\varphi=\frac{\pi}{2}}^{rsct = a}$ yra identiška sistemai $S_{\varphi=\frac{\pi}{2}}^{rs = a^2}$, nes $rsct = rsc\,\frac{rs}{c} = r^2s^2 = a^4$, iš kur $rs = a^2$.

c) tipo $S_{\varphi=\frac{\pi}{2}}^{\phi\sigma\lambda\mu\nu=a^5}$ sistemos $S_{\varphi=\frac{\pi}{2}}^{rsctk=a^5}$:

(71)
$$\begin{cases} xy\sqrt{(x^2+y^2)^3}=a^5 \\ \dfrac{x^6y}{x^2+y^2}=a^5 \\ \dfrac{xy^6}{x^2+y^2}=a^5 \end{cases}$$

d) tipo $S_{\varphi=\frac{\pi}{2}}^{\phi\pm\sigma\pm\lambda\pm\mu\pm\nu=a}$ sistemos $S_{\varphi=\frac{\pi}{2}}^{r\pm s\pm c\pm t\pm k=a}$

sutrauktoje formoje bus šie:

(72)
$$\begin{cases} (x+y)\,xy\pm(xy\pm x^2\pm y^2)\sqrt{x^2+y^2}=axy \\ (x+y)\,xy\pm(xy\pm x^2\pm y^2)\sqrt{x^2+y^2}=ay\sqrt{x^2+y^2} \\ (x+y)\,xy\pm(xy\pm x^2\pm y^2)\sqrt{x^2+y^2}=ax\sqrt{x^2+y^2} \end{cases}$$

e) tipo $S_{\varphi=\frac{\pi}{2}}^{\phi\sigma\lambda\mu\nu\tau=a^6}$ sistemos $S_{\varphi=\frac{\pi}{2}}^{rsctkz=a^6}$:

(73)
$$\begin{cases} y\sqrt{(x^2+y^2)^5}=a^6 \\ \dfrac{x^6y}{\sqrt{x^2+y^2}}=a^6 \\ \dfrac{xy^6}{\sqrt{x^2+y^2}}=a^6 \end{cases}$$

f) tipo $S_{\varphi=\frac{\pi}{2}}^{\phi\pm\sigma\pm\lambda\pm\mu\pm\nu\pm\tau=a}$ sistemos $S_{\varphi=\frac{\pi}{2}}^{r\pm s\pm c\pm t\pm k\pm z=a}$

sutrauktoje formoje bus šie:

(74)
$$\begin{cases} (xy\pm 2x^2\pm y^2)\,y\pm(xy\pm x^2\pm y^2)\sqrt{x^2+y^2}=axy \\ (xy\pm 2x^2\pm y^2)\,y\pm(xy\pm x^2\pm y^2)\sqrt{x^2+y^2}=ay\sqrt{x^2+y^2} \\ (xy\pm 2x^2\pm y^2)\,y\pm(xy\pm x^2\pm y^2)\sqrt{x^2+y^2}=ax\sqrt{x^2+y^2} \end{cases}$$

g) tipo $S_{\varphi=\frac{\pi}{2}}^{\psi\sigma\lambda\mu\nu\tau\omega=a^7}$ sistemoj $S_{\varphi=\frac{\pi}{2}}^{rsctkzq=a^7}$:

$$(75)\quad \begin{cases} \sqrt{(x^2+y^2)^7}=a^7 \text{ arba } x^2+y^2=a^2 \\ x^7=a^7 \qquad x=\pm a \\ y^7=a^7 \qquad y=\pm a \end{cases}$$

h) tipo $S_{\varphi=\frac{\pi}{2}}^{\psi\pm\sigma\pm\lambda\pm\mu\pm\nu\pm\tau\pm\omega=a}$ sistemos $S_{\varphi=\frac{\pi}{2}}^{r\pm s\pm c\pm t\pm k\pm z\pm q=a}$

sutrauktoje formoj bus šie:

$$(76)\quad \begin{cases} (xy\pm x^2\pm y^2)\ (x\pm y\pm \sqrt{x^2+y^2})=axy \\ (xy\pm x^2\pm y^2)\ (x\pm y\pm \sqrt{x^2+y^2})=ay\sqrt{x^2+y^2} \\ (xy\pm x^2\pm y^2)\ (x\pm y\pm \sqrt{x^2+y^2})=ax\sqrt{x^2+y^2} \end{cases}$$

Iš (75) matom, jog prie $a=1$ sistema $S_{\varphi=\frac{\pi}{2}}^{rsctkzq=a^7}$ yra identiška mūsų paprastajai sistema $S_{\varphi=\frac{\pi}{2}}^{r=1}$. Vadinas, jei sudarysime sistemų eilę:

$$(77)\quad \begin{cases} S_{\varphi=\frac{\pi}{2}}^{r=a},\ S_{\varphi=\frac{\pi}{2}}^{rs=a^2},\ S_{\varphi=\frac{\pi}{2}}^{rsc=a^3},\ S_{\varphi=\frac{\pi}{2}}^{rsct=a^4}, \\ S_{\varphi=\frac{\pi}{2}}^{rsctk=a^5},\ S_{\varphi=\frac{\pi}{2}}^{rsctkz=a^6},\ S_{\varphi=\frac{\pi}{2}}^{rsctkzq=a^7}, \end{cases}$$

tai joje paskutinis narys atatiks pirmajam, nelyginant, kaip oktava atatinka pamatiniam tonui. Dėliai to sistemų eilę (77) galima pavadinti trigonometriškąja gama. Kaip aukščiau esam matę (69), joje antroji sistema $S_{\varphi=\frac{\pi}{2}}^{rs=a^2}$ ir ketvirtoji $S_{\varphi=\frac{\pi}{2}}^{rsct=a^4}$ yra taipgi vienodos, kas yra irgi analogiška muzikalei gamai, kur sekunda ir kvarta puikiai sutaria duodamos harmoningą toną.

Aukštesnių tipų vienakampėse sistemose sinusalės, tangensalės ir kotangensalės taipgi sutampa ir jų lyginiai yra bendro tipo:

$$A_0 y^m + A_1 y^{m-1} x + A_2 y^{m-2} x^2 + \ldots + A_{m-2} y^2 x^{m-2} + A_{m-1} y x^{m-1} + A_m x^m = 0$$

Tam teigimui iliustruoti imkim pavyzdžiui vienakampes keturfunkcines sistemas.

Tipo $S^{\frac{\psi+\sigma+\lambda=a}{\mu}}_{\varphi=\frac{\pi}{2}}$ sistemos $S^{\frac{r+s+c}{t}=a}_{\psi=\frac{\pi}{2}}$ trys ją charakterizuojančios linijos turės šį bendrą lyginį:

(78) $$\frac{\sqrt{x^2+y^2}+y+x}{\frac{y}{x}\sqrt{x^2+y^2}} = a,$$ iš kurio pašalinę radikalus, gausime jam identišką:

(79) $$a^2y^3 - 2axy^2 + a^2x^2y - 2(a+1)x^3 = 0$$

Analogiški kitų keturfunkcinių vienakampių sistemų lyginiai bus:

tipo $S^{\frac{\psi+\sigma}{\mu+\lambda}=a}_{\varphi=\frac{\pi}{2}}$ sistemos $S^{\frac{r+s}{c+t}=a}_{\varphi=\frac{\pi}{2}}$:

(80) $$\frac{\sqrt{x^2+y^2}+y}{x+\frac{y}{x}\sqrt{x^2+a^2}} = a,$$ arba:

(81) $$a^2y^4 - 2xy^3 + a^2xy^2 - 4ax^3y + (1-a^2)x^4 = 0;$$

tipo $S^{\frac{\varphi\sigma}{\lambda\mu}=a}_{\varphi=\frac{\pi}{2}}$ sistemos $S^{\frac{sc}{tz}=a}_{\varphi=\frac{\pi}{2}}$:

(82) $$\frac{x^3}{\sqrt{(x^2+y^2)^3}} = a,$$ arba:

(83) $$a^2y^6 + 3a^2x^2y^4 + 3a^2x^4y^2 + (a^2-1)x^6 = 0$$

Kadangi (79), (81), (83) liginių bendras išsprendimas turės išvaizda $\frac{y}{x} = m$, tatai pavyzdžiui paimtųjų sistemų

$S^{\frac{r+s+c}{t}=a}_{\varphi=\frac{\pi}{2}}$, $S^{\frac{r+s}{c+t}=a}_{\varphi=\frac{\pi}{2}}$, $S^{\frac{sc}{tz}=a}_{\varphi=\frac{\pi}{2}}$ sinusalės, fangensalės ir kotangensalės visos bus tiesės, bei tam tikros per koordinatų pradžią einančių tiesių sistemos.

VI.

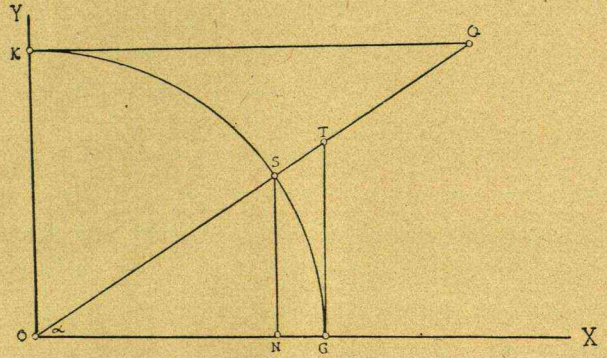
Įrodę a n a l i t i š k a i įvairių sukrautinių stačiakampių sistemų ir trijų jas charakterizuojančių liniju buvimą, tariamės, būsią čia ne pro šalį bent keleriose iš jų nubrėžus tas linijas g e o m e t r i š k a i. Dedamųjų brėžinių viršiuje pažymėsime sistemų rūšį, o apačioje trijų jos charakterizuojančių linijų lyginius. Kad skaitytojas geriau jas atskirtų, sinusales brėšime nepertraukiama linija ——, tangensales punktais....., kotangensales — punktais ir brūkšniais · — · —· Tie brėžiniai yra pridėti šio straipsnio gale.

Iš 2 brėž. ir lyginių matom, jog sistema $S_{\varphi}^{tk=a^2}=\frac{\pi}{2}$ prie $a=1$ yra identiška mūsų paprastajai trigonometrijos sistemai: joje ratilas stipinu (spinduliu) $=a$ yra sinusalė, tiesės $x=\pm a$ — tangensalė, o tiesės $y=\pm a$ — kotangensalė.

Sistemoj $S_{\varphi}^{t+k=a}=\frac{\pi}{2}$ sinusalė yra keturlapė, o tangensalė ir kotengensalė — du ratilu stipinu $=\frac{a}{2}$. Jei imsim kiti dvi sistemi būtent: $S_{\varphi}^{rk=a^2}=\frac{\pi}{2}$ ir $S_{\varphi}^{r+k=a}=\frac{\pi}{2}$, tai $S_{\varphi}^{rk=a}=\frac{\pi}{2}$ sinusale turės bevardę trečialaipsnę kreivę, tangensale — kūbiškąją parabolę, o kotangensale — lygiašonę hiperbolę. Del simetrijos 4-am brėž. imta visų tų linijų po porą. Sistemoje gi $S_{\varphi}^{r+k=a}=\frac{\pi}{2}$ sinusalė bus įžulnioji kappa, tangensale — dvi įžulnios parabolės, o kotangensalė — keturios tiesės, atkertančios nuo koordinatų ašių po atrėžą lygų $=\pm a$.

Šios pavyzdžiui paimtosios trigonometriškosios sistemos yra pačios prieinamiausios; jų kreivės lengviausiai nubrėžiamos. Kitose gaunama kreivės 4, 6 ir net 8 laipsnio, kaip tai parodo lyginiai nuo (6) lig (26) ir nuo (27) lig (47).

Be trijų pamatinių, kiekvienai sistemai ypatingų linijų, galima gauti dar ir įvairių 1-jo, 2, 3 ir n-jo laipsnių i š v e s t i n i ų sinusalių, tangensalių ir kotangensalių. Bet tai paliekam sekančiam straipsniui.



$$S_{\varphi=\frac{\pi}{2}}^{tk=a^2}$$

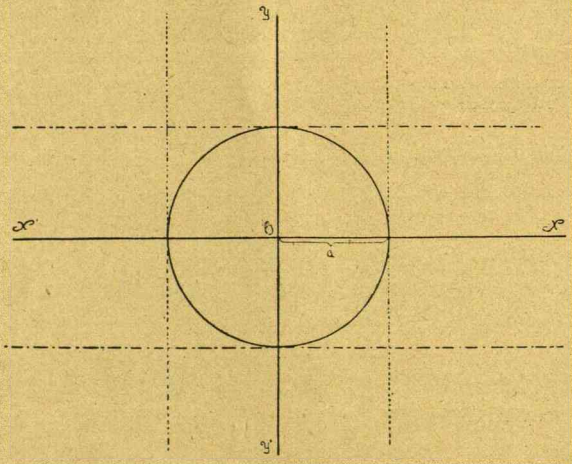
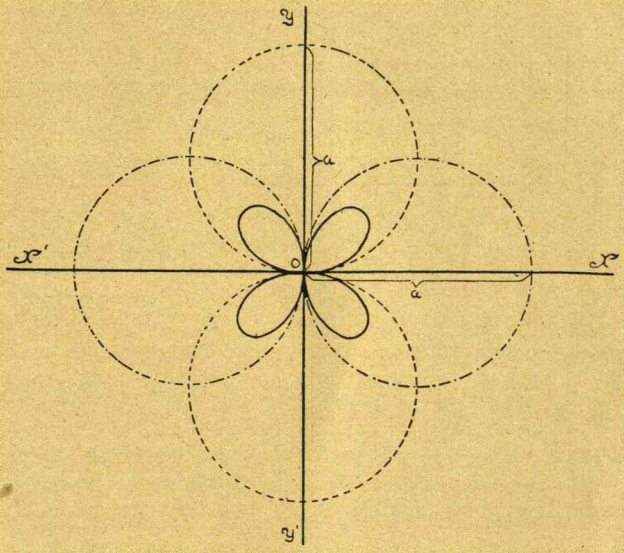


Bild 2

$x^2+y^2=a^2$; $x=\pm a$; $y=\pm a$

$$S_{\varphi=\frac{\pi}{2}}^{t+k=a}$$



Bt 3

$$(x^2+y^2)^3 = a^2x^2y^2$$

$$y+\frac{x^2}{y}=a$$

$$\frac{y^2}{x}+x=a$$

$$S_{\varphi=\frac{\pi}{2}}^{rk=a^2}$$

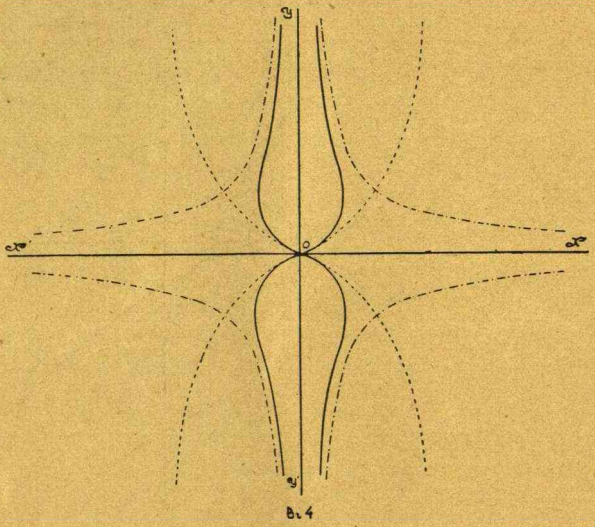


Bild 4

$$\frac{x(x^2+y^2)}{y}=a^2$$

$$\frac{x^3}{y}=a^2$$

$$xy=a^2$$

$$S_{\varphi=\frac{\pi}{2}}^{r+k=a}$$

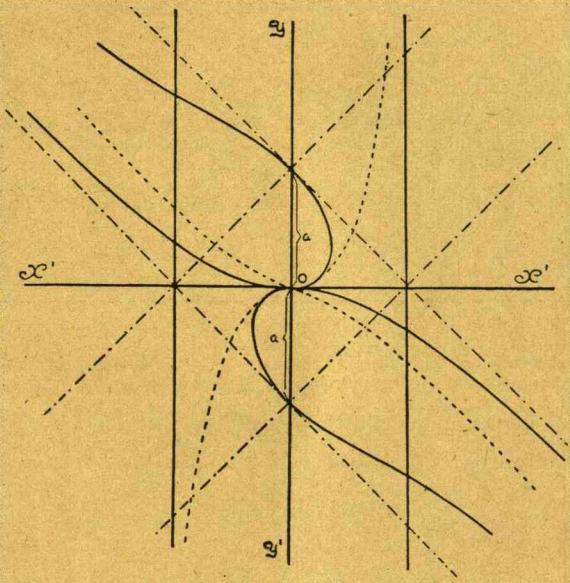


Fig. 5.

$$(x+y)^2(x^2+y^2)=a^2y^2$$

$$x+\frac{x^2}{y}=a$$

$$y+x=a\ ,$$

M. Kaveckis.

A. a. Doc. Marijono Tamošausko atminčiai.

1925—26 mokslo metais Matematikos-gamtos fakultetas neteko savo bendradarbio, docento Marijono Tamošausko, mirusio 1926 m. sausio mėn. 11 d. Tai buvo nepaprasto darbštumo ir didelio kuklumo žmogus.

Marijonas Tamošauskas gimė 1868 metų rugsėjo mėn. 8 d. Telšių apskrities Žarėnų valsčiuje. 1889 metais jis baigė Daugpilio realinę mokyklą ir stojo į Krasnoufimsko kalnų pramonės mokyklą, iš kurios vėliau persikėlė į Petrapilio kalnų institutą, kurį baigė 1899 metais su I-mo laipsnio diplomu.

Būdamas studentu M. Tamošauskas pradėjo savo praktiką geologinių tyrinėjimų srityje, dirbdamas pas Petrapilio kalnų instituto prof. Z. Voislovą, kurio biuras (biuro izsledovanyj počvy) buvo pagarsėjęs Europos ir Azijos Rusijoje anglies, rūdos, naftos ir artezinių šulinių gręžimo darbais. Jau būdamas priešpaskutinio kurso studentu, M Tamošauskas savarankiai pradėjo dirbti su atskira tyrimo partija įvairiose Sibiro ir Europos Rusijos vietose. Baigęs kalnų institutą M. Tamošauskas buvo pakviestas bendradarbiauti Petrapilio valstybiniame geologijos komitete. Kalbamasis komitetas jį paskyrė į artimiausius komiteto direktoriaus, Mokslo akademijos nario, Petrapilio kalnų instituto prof. A. Karpinskio padėjėjus. Įstojęs į geologijos komitetą, jisai patapo prof. Voislovo biure atskirų darbu vedėju ir dalyvavo tyrinėjimuose Šmardeno-Rygos-Tukumo geležinkelio stočių apylinkėje, iėškodamas naudingų iškasenų. Šių darbų metu jisai surinko nemaža rimtų davinių žemės klodų sąstato klausimu Latvijoj ir rado teigiamų davinių, rodančių rudosios anglies buvimą. 1902 metų pradžioje M. Tamošauskas, kaipo kalnų inžinierius ir požemio vandens eksploatacijos artezinių šulinių pagalba žinovas, buvo pakviestas Sibiro gelžkelio valdybos sutvarkyti gelžkelių aprūpinimą vandeniu. Po trijų metų darbavimosi sekmingai užbaigė savo darbus ir 1905 metais M. Tamošauskas buvo paskirtas tos pačios valdybos atstovu Čeremchovo akmens anglies kasyklų rajone Irkutsko gubernijoje, kur ir darbavosi iki 1908 m. Išstojęs iš gelžkelių valdybos M. Tamošauskas paėmė valdyti akmens anglies kasyklas Rusų-Azijos bendrovės, nuo kurių valdymo jam teko atsisakyti 1917 metų gale, kuomet kasyklos buvo nacionalizuotos. Po to M. Tamošauskas išvažiavo į Vladivostoką, kur 1918 metų bėgyje vadovavo darbams vietinėse anglies kasyklose, o nuo 1920 metų užsiėmė geologiniais tyrinėjimais šiaurės ir

Doc. Marijonas Tamošauskas. 1868—1926.

pietų Mandžurijoje, kur buvo radęs Chuan-ni-he-za rajone geriausios rūšies anglies klodus.

Tuo metu iš savo pažįstamų tautiečių sužinojęs apie vakuojančią geologijos ir mineralogijos katedrą Lietuvos universitete kreipėsi į Lietuvos universitetą pasisiūlydamas jame bendradarbiauti. Nežiūrint į tai, kad tuo pačiu laiku M. Tamošauskas buvo gavęs geriausius meterialinių atžvilgiu pasiūlymus nuo Mandžurijos diktatoriaus maršalo Čang-So-Ling'o labai aukštai tarnybinei vietai užimti, jisai, gavęs iš Lietuvos universiteto pakvietimą, likvidavo visus savo reikalus ir su didelėmis sunkenybėmis aplinkiniu keliu sugrįžo su savo šeimyna Lietuvon 1923 metais gruodžio mėn. gale. 1924 metų sausio mėn 12 d. M. Tamošauskas pradėjo eiti Lietuvos universiteto geologijos katedros vyresniojo asistento pareigas. 1924 metų vasarą, Matematikos-gamtos fakultetui organizavus geologinę ekspediciją, jisai, kaipo prityręs specialistas geologijos tyrinėjimų srityje, dalyvavo šiame darbe faktinai vadovaudamas visa technikine šitos ekspedicijos darbų dalimi.

1924 metų gruodžio mėnesy dr. G. Smit-Šibingą pašalinus nuo geologijos katedros vedimo, iškilo naujo geol. katedros vedėjo kvietimo klausimas. Tam reikalui Matematikos, gamtos fakultetas paskelbė konkursą Lietuvoje, Vokietijoje, Šveicarijoje, Olandijoje ir kituose kraštuose, į kurį atsiliepė du svetimšaliu iš Šveicarijos, ir M. Tamošauskas konkurencijos keliu patapo geologijos katedros vedėju. Matematikos-gamtos fakulteto 1925-tų metų sausio mėn. 15-tos dienos posėdyje buvo jis išrinktas į geologijos katedros docentus. Katedrą perėmus po staigaus dr. G. Smit-Sibingos išvažiavimo pasirodė, kad geologinis kabinetas pasiliko be teorinės medžiagos ir fotografinių daviniu buvusios vasaros metu ekspedicijos. Nežiūrint į tą nuostolį teoriniams darbams kabinete, docentas M. Tamošauskas pradėjo energingai tęsti geologijos kabineto organizavimą ir ruošti medžiagą naujai geologinei ekspedicijai, kuri ir įvyko jam vadovaujant 1925 metų vasarą. Imant domėn, kad jam teko perimti katedrą nesutvarkytą, kad organizuojant katedrą jam prisiėjo dalinai iš atminties, o dalinai sulig faktinės medžiagos paruošti buvusios ekspedicijos apyskaita ir greta to ruoštis prie naujos ekspedicijos ir, mokslo metams pasibaigus, be atostogų ir poilsio vėl imtis nelengvo ekspedicijos darbo—tai visa be abejojimo atsiliepė į docento M. Tamošausko sveikatą. Bet reikia pažymėti, kad niekas nėra girdėjęs iš jo nusiskundimų: jis visuomet su mielu noru ne tik dirbo savo darbą, bet visada buvo palankus padėti darbe ir kitiems. Bendrai imant jis yra įdėjęs nemaža energijos ir savo žinių į Matematikos-gamtos fakulteto darbus. Pavyzdžiui, organizuojant Botanikos sodną jisai pasiėmė technikinę priežiūrą vandentekiui pravesti ir hidroforui įtaisyti; prieš statant Fizikos-chemijos institutą Linksmadvaryje, jis padarė grunto tyrinėjimus instituto pamatams. Velykų metu jis buvo nuvažiavęs į Palangą

susipažinti su gintaro sluoksnių atsiradimo sąlygomis ir t. t. Jo kuklumas ir jo nepaprastas darbštumas faktinai ir sudarė tą pagrindinę priežastį, kad Univsrsitetas greitai neteko taip brangaus, reikalingo, savo specialybėj prityrusio bendradarbio. 1925 metų geologijos ekspedicijos metu per tris mėnesius jam teko gerokai pavargti: tris mėnesius jis neturėjo poilsio ir normalaus maisto, rudeniop jam teko ne kartą persišaldyti — tai visa be abejojimo gerokai apardarė normalines jo organizmo funkcijas. Nežiūrint į tai, jam sugrįžus iš geolog. ekspedicijos kelionės, Seimo biudžeto komisijos pirmininko prašomas, jisai nebodamas savo nuovargio, be atsikalbinėjimų vėl važiuoja į Antaliepties apylinkes tam tikram tyrimui atlikti. Šaltas rudens laikas ir nepatogus susisiekimas galutinai suardė jo organizmą. Nuvažiavęs į vietą jis iš karto pasijuto nebegalįs dirbti. Sugrįžo į Kauną jau sunkios ligos apimtas, iš kurios jau nebeatsikėlė ir po trijų mėnesių jo netekome. Jo asmenyje Universitetas be abejojimo nustojo didelės inteligentinės jėgos, didelio pasišventinimo žmogaus, pavyzdingo darbininko, kas Universitetui, kaipo mokslo įstaigai ypatingai svarbu. Labai gaila, kad toks žmogus po ilgo klajojimo svetur grįžęs tėvynėn negalėjo ilgesnį laiką būti gražiu darbštumo ir sumanumo pavyzdžiu mūsų jaunimui ir teikti jam tas žinias, kurias jis buvo įgijęs mokykloje ir dar daugiau gyvenimo praktikoj.

Lietuvos T... BIBLIOTEKA Centrinė Va...